

CLIMATE CHANGE

08/2013

Berichterstattung unter der Klimarahmenkon- vention der Vereinten Nationen und dem Kyoto- Protokoll 2013

Nationaler Inventarbericht zum Deutschen
Treibhausgasinventar 1990 - 2011

**Berichterstattung unter der
Klimarahmenkonvention der Vereinten
Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2013**

**Nationaler Inventarbericht zum Deutschen
Treibhausgasinventar 1990 - 2011**

Umweltbundesamt

UMWELTBUNDESAMT

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter
<http://www.uba.de/uba-info-medien/4503.html>
verfügbar.

ISSN 1862-4359

Herausgeber: Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel.: 0340/2103-0
Telefax: 0340/2103 2285
E-Mail: info@umweltbundesamt.de
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>
<http://fuer-mensch-und-umwelt.de/>

Redaktion: Fachgebiet I 2.6 Emissionssituation
Michael Strogies, Patrick Gniffke

Dessau-Roßlau, Mai 2013

Kontakt

Dieser Bericht entstand im Rahmen der Arbeiten der Nationalen Koordinierungsstelle für das *Nationale System Emissionsinventare* (NaSE) am Umweltbundesamt (UBA). Die Beiträge zu den Kapiteln Landwirtschaft bzw. Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft wurden vom Thünen-Institut (TI) erarbeitet.

Die elektronische Fassung dieses Berichts sowie die entsprechenden zugehörigen Emissionsdaten im Common Reporting Format (CRF) (Version 1.1.0 auf Basis der Datenbank ZSE mit Stand Trendtabellen vom 26.11.20112) sind auf der Internetseite des Umweltbundesamtes bereitgestellt:

<http://www.umweltbundesamt.de/emissionen/publikationen.htm>

Autoren

Federführung Gesamtbericht: Michael Strogies, Patrick Gniffke (UBA I 2.6)

Für die einzelnen Kapitel:

Teil I: Jährliche Inventarlieferung:

Kapitel 1.1.1 & 1.1.2	Rosemarie Benndorf (UBA I 2.1)
Kapitel 1.1.3, 1.2.1tw, 1.2.3, 1.3tw, 1.6tw	Dirk Günther (UBA I 2.6)
Kapitel 1.2.1.6, 1.2.2, 1.3.2, 1.3.3, 1.6tw	Stephan Schiller (UBA I 2.6)
Kapitel 1.3.3.1.7, 1.6.2tw	Robert Kludt (UBA I 2.6)
Kapitel 1.3.2.4, 1.5, 2, 3.2.1, 3.2.3-5, 3.2.13	Michael Strogies (UBA I 2.6)
Kapitel 1.7., 1.8	Detlef Rimkus (UBA I 2.6)
Kapitel 3.2	Petra Icha, Jens Langenfeld (UBA I 2.5), Marion Dreher (UBA I 2.5), Kristina Juhrich (UBA I 2.6)
Kapitel 3.2.2.2	Sabine Gores (Öko-Institut Berlin), Michael Kotzulla (UBA I 2.6), Frank Wetzel (UBA I 3.2)
Kapitel 3.2.2.3	Katharina Koppe (UBA I 3.2), Michael Kotzulla (UBA I 2.6)
Kapitel 3.2.6 – 3.2.8, 3.2.9.6	Petra Icha, Jens Langenfeld (UBA I 2.5), Rolf Beckers (UBA III 2.1), Kristina Juhrich (UBA I 2.6)
Kapitel 3.2.9.1	Petra Icha (UBA I 2.5), Sebastian Plickert (UBA III 2.2)
Kapitel 3.2.9.2 - 3.2.9.3, 3.2.9.5, 3.2.9.7 - 3.2.9.11	Petra Icha (UBA I 2.5)
Kapitel 3.2.9.4	Petra Icha (UBA I 2.5), Almut Reichart (UBA III 2.1)
Kapitel 3.2.10.1	Sabine Gores (Öko-Institut Berlin), Michael Kotzulla (UBA I 2.6), Frank Wetzel (UBA I 3.2)
Kapitel 3.2.10.2 - 3.2.10.5	Gunnar Gohlisch, Nadja Richter (UBA I 3.1)
Kapitel 3.2.11 + 3.2.12	Anja Behnke (UBA III 2.1), Reinhard Böhnke (UBA I 2.5)
Kapitel 3.3.1	Jürgen Ilse (Gesamtverband Steinkohle), Christian Böttcher (UBA I.2.6); Sebastian Plickert (UBA III 2.2)
Kapitel 3.3.2	Edda Hoffmann (UBA III 2.1), Karen Pannier (UBA III 2.1); Christiane Lohse (UBA I 2.3), Andreas Bertram (UBA I 2.3) Christian Böttcher (UBA I.2.6)
Kapitel 4.2.1 - 4.2.2	Maja Bernicke (UBA III 2.2)
Kapitel 4.2.3	Robert Kludt (UBA I 2.6)
Kapitel 4.2.4	Jens Reichel (UBA III 2.1)
Kapitel 4.2.5	Robert Kludt (UBA I 2.6)
Kapitel 4.2.6	Martina Held (UBA III 2.2), Robert Kludt (UBA I 2.6)
Kapitel 4.2.7	Sandra Leuthold (UBA III 2.2)
Kapitel 4.2.8	Maja Bernicke (UBA III 2.2)
Kapitel 4.3.1 & 4.3.2	Jens Reichel (UBA III 2.1)
Kapitel 4.3.3	Johannes Drotleff (UBA III 2.1)
Kapitel 4.3.4	Jens Reichel (UBA III 2.1)

Kapitel 4.3.5	Jens Reichel (UBA III 2.1), Johannes Drotleff (UBA III 2.1), Edda Hoffmann (UBA III 2.1)
Kapitel 4.4.1	Sebastian Plickert (UBA III 2.2)
Kapitel 4.4.2 & 4.4.3	Christian Lehmann (UBA III 2.2)
Kapitel 4.4.4	Cornelia Elsner (UBA III 1.4), David Kuntze (UBA I 2.6)
Kapitel 4.4.5	Cornelia Elsner (UBA III 1.4), David Kuntze (UBA I 2.6)
Kapitel 4.5	Almut Reichart (UBA III 2.1)
Kapitel 4.5.2	Ulrich Gromke (UBA III 2.1)
Kapitel 4.6 - 4.7	Kerstin Martens (UBA III 1.4), Cornelia Elsner (UBA III 1.4) David Kuntze (UBA I 2.6)
Kapitel 5.2	Folke Dettling (UBA III 1.4), David Kuntze (UBA I 2.6)
Kapitel 5.3	Folke Dettling (UBA III 1.4), David Kuntze (UBA I 2.6)
Kapitel 6	Johann Heinrich von Thünen-Institut (TI AK): Hans-Dieter Haenel, Claus Rösemann
Kapitel 7.1	Johann Heinrich von Thünen-Institut (TI): Annette Freibauer, Karsten Dunger, Andreas Gensior, Thomas Riedel, Andreas Laggner, Birgit Laggner, Wolfgang Stümer
Kapitel 7.2	Johann Heinrich von Thünen-Institut (TI WO): Karsten Dunger, Wolfgang Stümer, Katja Oehmichen, Thomas Riedel, Daniel Ziche, Erik Grüneberg, Nicole Wellbrock
Kapitel 7.3 -7.8	Johann Heinrich von Thünen-Institut (TI AK): Annette Freibauer, Andreas Gensior, Andreas Laggner
Kapitel 8.2	Wolfgang Butz (UBA III 2.4)
Kapitel 8.3	Dietmar Wunderlich, Christine Galander (UBA III 2.5)
Kapitel 8.5	Tim Hermann, Wolfgang Butz (UBA III 2.4)
Kapitel 10	Michael Kotzulla (UBA I 2.6)

Teil II: Ergänzende Informationen wie nach Artikel 7, Absatz 1 des Kyoto-Protokolls gefordert:

Kapitel 11	Johann Heinrich von Thünen-Institut (TI WO): Wolfgang Stümer, Katja Oehmichen, Karsten Dunger, Johanna Steuk
Kapitel 11.7, 12, 14	Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt):
Kapitel 13	Dirk Günther (UBA I 2.6)
Kapitel 15	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Referat KI 1.1
<u>Anhänge:</u>	
Anhang 1, 4	Michael Strogies (UBA I 2.6)
Anhang 2	Marion Dreher (UBA I 2.6),
Anhang 2, Kapitel 18.7	Kristina Juhrich (UBA I 2.6)
Anhang 2, 18.8	David Kuntze (UBA I 2.6)
Anhang 3	Autoren entsprechend der fachlichen Zuständigkeit in Kapitel 3-15
Anhang 3, Kapitel 19.1.1	Marcus Machat (UBA E 1.1), Frank Zander (Institut für Energetik und Umwelt: IE gGmbH), Dr. Dieter Merten (IE gGmbH)
Anhang 3, Kapitel 19.5	Johann Heinrich von Thünen-Institut (TI): Annette Freibauer, Karsten Dunger, Andreas Gensior, Thomas Riedel, Andreas Laggner, Wolfgang Stümer
Anhang 5	Detlef Rimkus (UBA I 2.6)
Anhang 6	Dirk Günther (UBA I 2.6), Autoren entsprechend der fachlichen Zuständigkeit
Anhang 6, Kapitel 22.1.2	Stephan Schiller (UBA I 2.6)

Anhang 6, Kapitel 22.1.3

Kevin Hausmann (UBA I 2.6)

Anhang 7

Detlef Rimkus (UBA I 2.6)

Impressum

Herausgeber: Umweltbundesamt, Wörlitzer Platz 1, 06844 Dessau, Deutschland

Angaben aus diesem Bericht können unter Benennung der Quelle weiter verwendet werden.

Inhaltsverzeichnis

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	30
TABELLENVERZEICHNIS	33
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	48
EINHEITEN UND GRÖßEN	54
ERKLÄRUNG DER EINLEITENDEN INFORMATIONSTABELLEN	55
0 ZUSAMMENFASSUNG (ES)	56
0.1 HINTERGRUNDINFORMATIONEN ZU TREIBHAUSGAS-INVENTAREN UND KLIMAWANDEL (ES.1)	58
0.1.1 Hintergrundinformationen zum Klimawandel (ES1.1)	58
0.1.2 Hintergrundinformationen zu den Treibhausgas-Inventaren (ES1.2)	58
0.1.3 Hintergrundinformationen zu ergänzenden Informationen wie nach Artikel 7, Absatz 1 des Kyoto-Protokolls gefordert (ES.1.3)	58
0.2 ZUSAMMENGEFASSTE EMISSIONEN VON TREIBHAUSGASEN SOWIE DEREN EINBINDUNG IN SENKEN UND EMISSIONEN UND EINBINDUNGEN AUS KP-LULUCF-AKTIVITÄTEN (ES.2)	59
0.2.1 Treibhausgas-Inventar (ES.2.1)	59
0.2.2 KP-LULUCF-Aktivitäten (ES.2.2)	62
0.3 ZUSAMMENGEFASSTE EMISSIONSSCHÄTZUNGEN UND TRENDS DER QUELL- UND SENKENGRUPPEN, INKLUSIVE KP-LULUCF-AKTIVITÄTEN (ES.3)	62
0.3.1 Treibhausgas-Inventar (ES.3.1)	62
0.3.2 KP-LULUCF-Aktivitäten (ES.3.2)	64
1 EINLEITUNG	65
1.1 HINTERGRUNDINFORMATIONEN ZU TREIBHAUSGAS-INVENTAREN, KLIMAWANDEL UND ERGÄNZENDE INFORMATIONEN WIE NACH ARTIKEL 7, ABSATZ 1 DES KYOTO-PROTOKOLLS GEFORDERT	65
1.1.1 Hintergrundinformationen zum Klimawandel	65
1.1.2 Hintergrundinformationen zu den Treibhausgas-Inventaren	66
1.1.3 Hintergrundinformationen zu ergänzenden Informationen wie nach Artikel 7, Absatz 1 des Kyoto-Protokolls gefordert (KP NIR 1.1.3.)	67
1.2 BESCHREIBUNG DER INSTITUTIONALISIERUNG DER INVENTARERSTELLUNG, INKLUSIVE DER RECHTLICHEN UND PROZEDURALEN FESTLEGUNGEN ZUR PLANUNG, ERSTELLUNG UND MANAGEMENT DES INVENTARS	68
1.2.1 Übersicht über die institutionellen, rechtlichen und prozeduralen Festlegungen zur Erstellung der Treibhausgas-Inventare und ergänzende Informationen wie nach Artikel 7, Absatz 1 des Kyoto-Protokolls gefordert	68
1.2.1.1 Der Nationale Koordinierungsausschuss	69
1.2.1.2 Koordinierungsstelle des Nationalen Systems	70
1.2.1.3 Arbeitskreis Emissionsinventare im Umweltbundsamt	72
1.2.1.4 Zusammenarbeit der Nationalen Koordinierungsstelle mit anderen Bundesinstitutionen und Nichtregierungsorganisationen im Rahmen des Nationalen Systems	72
1.2.1.5 Verbindlicher Terminplan im Rahmen des Nationalen Systems	75
1.2.2 Übersicht über die Inventarplanung	75
1.2.3 Übersicht der Inventarerstellung und –management, inklusive der ergänzenden Informationen wie nach Artikel 7, Absatz 1 des Kyoto-Protokolls gefordert	76
1.3 INVENTARERSTELLUNG	77
1.3.1 Treibhausgas- und KP-LULUCF-Inventar	78
1.3.1.1 Vorgelagerte Abläufe	78
1.3.1.1.1 Verbesserung des Nationalen Systems	78
1.3.1.1.2 Umsetzung von Verbesserungen in der Inventarplanung und Inventarerstellung	79
1.3.1.1.3 Bestimmung der Hauptkategorien (gemäß Tier 1-Verfahren)	79
1.3.1.1.4 Berechnung und Aggregation der Unsicherheiten der Emissionen	80
1.3.1.1.5 Erweiterte Bestimmung der Hauptkategorien	80
1.3.2 Sammlung, Verarbeitung und Speicherung der Daten, inklusive KP-LULUCF-Inventare	80
1.3.2.1 Festlegung der Berechnungsgrundlagen	80
1.3.2.2 Datengewinnung	81
1.3.2.3 Datenaufbereitung und Emissionsberechnung	82
1.3.2.4 Berichterstellung	83

1.3.3	Prozeduren zur Qualitätskontrolle und -sicherung (QK/QS) und ausführliche Überprüfung der Treibhausgas- und KP-LULUCF-Inventare	85
1.3.3.1	Das Qualitätssystem Emissionsinventare	85
1.3.3.1.1	Hausanordnung 11/2005 des UBA	85
1.3.3.1.2	Mindestanforderungen an ein System zur Qualitätskontrolle und -sicherung	85
1.3.3.1.3	Aufbauorganisation des Qualitätssystems Emissionsinventare	86
1.3.3.1.4	Ablauforganisation des Qualitätssystems Emissionsinventare	87
1.3.3.1.5	Dokumentation im Qualitätssystem Emissionsinventare	87
1.3.3.1.6	Das QSE-Handbuch	90
1.3.3.1.7	Unterstützung der sachkundigen Überprüfungsgruppen	91
1.3.3.1.8	Nutzung der Monitoring-Daten des Europäischen Emissionshandels zur Verbesserung der THG-Emissionsinventare	91
1.4	KURZE, ALLGEMEINE BESCHREIBUNG DER ANGEWANDTEN METHODIK UND DATENQUELLEN	92
1.4.1	Treibhausgas-Inventar	92
1.4.1.1	Datenquellen	92
1.4.1.1.1	Energie	92
1.4.1.1.2	Industrieprozesse	95
1.4.1.1.3	Lösemittel- und andere Produktverwendung	98
1.4.1.1.4	Landwirtschaft	99
1.4.1.1.5	Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft	100
1.4.1.1.6	Abfall und Abwasser	101
1.4.1.2	Methoden	102
1.4.2	KP-LULUCF-Aktivitäten	103
1.5	KURZBESCHREIBUNG DER HAUPTKATEGORIEN	103
1.5.1	Treibhausgas-Inventar (mit und ohne LULUCF)	103
1.5.2	Inventar einschließlich der KP-LULUCF Berichterstattung	104
1.6	INFORMATIONEN ZUM QUALITÄTSSICHERUNGS- UND –KONTROLLPLAN SOWIE ZUM INVENTARPLAN INKLUSIVE VERIFIZIERUNG UND ZUM UMGANG MIT VERTRAULICHEN INFORMATIONEN	107
1.6.1	Prozeduren zu Qualitätssicherung- und –kontrolle	107
1.6.1.1	QK/QS-Plan	107
1.6.1.2	Inventarplan	108
1.6.2	Aktivitäten zur Verifizierung	114
1.6.2.1	Verfahren zur Nutzung der Monitoring-Daten des Europäischen Emissionshandels	114
1.6.2.2	Workshops zum Nationalen System (Peer Review)	115
1.6.2.3	Ländervergleich zu fluorierten Gasen (Cross-Country-Review)	116
1.6.3	Umgang mit vertraulichen Informationen	116
1.7	GENERELLE UNSICHERHEITENSCHÄTZUNG	117
1.7.1	Treibhausgas-Inventar	117
1.7.1.1	Vorgehen zur Unsicherheitsbestimmung nach Tier 1	118
1.7.1.2	Ergebnisse der Unsicherheitschätzung	118
1.7.2	KP-LULUCF-Inventar	120
1.8	GENERELLE PRÜFUNG DER VOLLSTÄNDIGKEIT	120
1.8.1	Treibhausgas-Inventar	120
1.8.2	KP-LULUCF-Inventar	121
2	TRENDS DER TREIBHAUSGASE	121
2.1	BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS FÜR AGGREGIERTE TREIBHAUSGASEMISSIONEN	122
2.2	BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS NACH TREIBHAUSGASEN	123
2.2.1	Kohlendioxid (CO ₂)	124
2.2.2	Lachgas (N ₂ O)	124
2.2.3	Methan (CH ₄)	125
2.2.4	F-Gase	125
2.3	BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS NACH QUELLKATEGORIEN	126
2.4	BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS FÜR INDIREKTE TREIBHAUSGASE UND SO₂	128

2.5 BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS FÜR DAS KP-LULUCF-INVENTAR, FÜR AGGREGIERTE EMISSIONEN, NACH AKTIVITÄT UND TREIBHAUSGAS	130
3 ENERGIE (CRF SEKTOR 1)	132
3.1 ÜBERSICHT (CRF SEKTOR 1)	132
3.2 VERBRENNUNG VON BRENNSTOFFEN (1.A)	132
3.2.1 Verifikation des sektoralen Ansatzes zu CRF 1.A	137
3.2.1.1 Vergleich mit dem CO ₂ -Referenzverfahren	137
3.2.1.2 Verifizierung mit anderen für Deutschland verfügbaren Datensätzen	138
3.2.1.2.1 Vergleich mit den IEA-Ergebnissen	140
3.2.1.2.2 Vergleich mit den für die einzelnen Bundesländer ermittelten Daten	141
3.2.1.2.3 Geplante Verbesserungen	144
3.2.2 Internationale Bunkerbrennstoffe	144
3.2.2.1 Emissionen aus dem internationalen Verkehr (1.C.1.a/1.C.1.b)	144
3.2.2.2 Emissionen aus dem internationalen Flugverkehr (1.C.1.a)	144
3.2.2.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.C.1.a)	144
3.2.2.2.2 Methodische Aspekte (1.C.1.a)	145
3.2.2.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.C.1.a)	146
3.2.2.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle (1.C.1.a)	146
3.2.2.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.C.1.a)	146
3.2.2.2.6 Geplante Verbesserungen (1.C.1.a)	147
3.2.2.3 Emissionen aus dem internationalen Seeverkehr/ Marine (1.C.1.b)	147
3.2.2.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.C.1.b)	147
3.2.2.3.2 Methodische Aspekte (1.C.1.b)	148
3.2.2.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.C.1.b)	150
3.2.2.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.C.1.b)	150
3.2.2.3.5 Quellenspezifische Rückrechnung (1.C.1.b)	150
3.2.2.3.6 Geplante Verbesserungen (1.C.1.b)	150
3.2.3 Lagerhaltung	150
3.2.4 CO₂ Abscheidung von Abgasen und nachfolgende Speicherung (CCS)	151
3.2.5 Landesspezifische Besonderheiten	151
3.2.6 Öffentliche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung (1.A.1.a)	151
3.2.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.1.a)	151
3.2.6.2 Methodische Aspekte (1.A.1.a)	153
3.2.6.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.1.a)	157
3.2.6.3.1 Methodik zur Bestimmung der Unsicherheiten der Emissionsfaktoren	157
3.2.6.3.2 Ergebnis für N ₂ O	158
3.2.6.3.3 Ergebnis für CH ₄	158
3.2.6.3.4 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren	158
3.2.6.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.1.a)	159
3.2.6.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.1.a)	159
3.2.6.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.1.a)	160
3.2.7 Mineralölraffinerien (1.A.1.b)	160
3.2.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.1.b)	160
3.2.7.2 Methodische Aspekte (1.A.1.b)	161
3.2.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.1.b)	163
3.2.7.3.1 Ergebnis für N ₂ O	163
3.2.7.3.2 Ergebnis für CH ₄	163
3.2.7.3.3 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren	163
3.2.7.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.1.b)	163
3.2.7.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.1.b)	163
3.2.7.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.1.b)	163
3.2.8 Herstellung von festen Brennstoffen und sonstige Energieerzeuger (1.A.1.c)	164
3.2.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.1.c)	164
3.2.8.2 Methodische Aspekte (1.A.1.c)	166
3.2.8.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.1.c)	167
3.2.8.3.1 Ergebnis für N ₂ O	168
3.2.8.3.2 Ergebnis für CH ₄	168
3.2.8.3.3 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren	168
3.2.8.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.1.c)	168
3.2.8.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.1.c)	168
3.2.8.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.1.c)	168

3.2.9 Verarbeitendes Gewerbe (1.A.2)	169
3.2.9.1 Verarbeitendes Gewerbe - Eisenschaffende Industrie (1.A.2.a)	170
3.2.9.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.a)	171
3.2.9.1.2 Methodische Aspekte (1.A.2.a)	172
3.2.9.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.a)	172
3.2.9.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.a)	173
3.2.9.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.a)	173
3.2.9.1.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.a)	173
3.2.9.2 Verarbeitendes Gewerbe – Nichteisen-Metalle (1.A.2.b)	174
3.2.9.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.b)	174
3.2.9.2.2 Methodische Aspekte (1.A.2.b)	174
3.2.9.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.b)	174
3.2.9.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.b)	175
3.2.9.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.b)	175
3.2.9.2.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.b)	175
3.2.9.3 Verarbeitendes Gewerbe – Chemische Industrie (1.A.2.c)	175
3.2.9.4 Verarbeitendes Gewerbe – Zellstoff und Papierindustrie (1.A.2.d)	176
3.2.9.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.d)	176
3.2.9.4.2 Methodische Aspekte (1.A.2.d)	176
3.2.9.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.d)	176
3.2.9.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.d)	176
3.2.9.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.d)	177
3.2.9.4.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.d)	177
3.2.9.5 Verarbeitendes Gewerbe – Zuckerherstellung (1.A.2.e)	177
3.2.9.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.e)	177
3.2.9.5.2 Methodische Aspekte (1.A.2.e)	177
3.2.9.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.e)	178
3.2.9.5.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.e)	178
3.2.9.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.e)	178
3.2.9.5.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.e)	178
3.2.9.6 Verarbeitendes Gewerbe – Weitere Branchen (1.A.2.f, Summe)	178
3.2.9.7 Verarbeitendes Gewerbe - Zementherstellung (1.A.2.f, Zement)	180
3.2.9.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Zement)	180
3.2.9.7.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Zement)	180
3.2.9.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Zement)	181
3.2.9.7.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Zement)	182
3.2.9.7.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Zement)	182
3.2.9.7.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.f, Zement)	182
3.2.9.8 Verarbeitendes Gewerbe - Keramik (1.A.2.f, Keramik)	182
3.2.9.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Keramik)	182
3.2.9.8.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Keramik)	183
3.2.9.8.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Keramik)	183
3.2.9.8.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Keramik)	183
3.2.9.8.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Keramik)	183
3.2.9.8.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.f, Keramik)	183
3.2.9.9 Verarbeitendes Gewerbe - Glas (1.A.2.f, Glas)	183
3.2.9.9.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Glas)	183
3.2.9.9.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Glas)	184
3.2.9.9.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Glas)	184
3.2.9.9.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Glas)	184
3.2.9.9.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Glas)	184
3.2.9.9.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.f, Glas)	184
3.2.9.10 Verarbeitendes Gewerbe - Kalkherstellung (1.A.2.f, Kalk)	184
3.2.9.10.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Kalk)	184
3.2.9.10.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Kalk)	185
3.2.9.10.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Kalk)	185
3.2.9.10.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Kalk)	186
3.2.9.10.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Kalk)	186
3.2.9.10.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.f, Kalk)	186
3.2.9.11 Verarbeitendes Gewerbe - Weitere Energieerzeugung (1.A.2.f, Sonstige)	186
3.2.9.11.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Sonstige)	186
3.2.9.11.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Sonstige)	187
3.2.9.11.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Sonstige)	188
3.2.9.11.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Sonstige)	188

3.2.9.11.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f Sonstige)	188
3.2.9.11.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.f Sonstige)	189
3.2.10	Transport (1.A.3)	189
3.2.10.1	Transport - Ziviler Luftverkehr (1.A.3.a)	189
3.2.10.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.a)	189
3.2.10.1.2	Methodische Aspekte (1.A.3.a)	190
3.2.10.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.a)	194
3.2.10.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.a)	194
3.2.10.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.a)	195
3.2.10.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.3.a)	196
3.2.10.2	Transport - Straßenverkehr (1.A.3.b)	196
3.2.10.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.b)	196
3.2.10.2.2	Methodische Aspekte (1.A.3.b)	197
3.2.10.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.b)	200
3.2.10.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.b)	200
3.2.10.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.b)	201
3.2.10.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.3.b)	203
3.2.10.3	Transport - Schienenverkehr (1.A.3.c)	203
3.2.10.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.c)	203
3.2.10.3.2	Methodische Aspekte (1.A.3.c)	205
3.2.10.3.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.c)	206
3.2.10.3.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.c)	207
3.2.10.3.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.c)	207
3.2.10.3.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.3.c)	208
3.2.10.4	Transport - Schiffsverkehr (1.A.3.d)	208
3.2.10.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.d)	208
3.2.10.4.2	Methodische Aspekte (1.A.3.d)	209
3.2.10.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.d)	211
3.2.10.4.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.d)	211
3.2.10.4.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.d)	212
3.2.10.4.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.3.d)	212
3.2.10.5	Transport - Übriger Verkehr (1.A.3.e)	213
3.2.10.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.e)	213
3.2.10.5.2	Methodische Aspekte (1.A.3.e)	213
3.2.10.5.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.e)	215
3.2.10.5.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.e)	215
3.2.10.5.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.e)	216
3.2.10.5.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.3.e)	217
3.2.11	Sonstige: Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Land-, Forstwirtschaft und Fischerei (1.A.4)	217
3.2.11.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.4)	217
3.2.11.2	Methodische Aspekte (1.A.4)	220
3.2.11.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.4)	222
3.2.11.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.4)	223
3.2.11.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.4)	225
3.2.11.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.4)	226
3.2.12	Andere Bereiche (1.A.5)	226
3.2.12.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.5)	227
3.2.12.2	Methodische Aspekte (1.A.5)	227
3.2.12.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.5)	229
3.2.12.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.5)	230
3.2.12.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.5)	230
3.2.13	Militär	230
3.3	DIFFUSE EMISSIONEN AUS BRENNSTOFFEN (1.B)	230
3.3.1	Feste Brennstoffe (1.B.1)	232
3.3.1.1	Kohlenbergbau (1.B.1.a)	234
3.3.1.1.1	Allgemeine Beschreibung der Quellgruppe Kohlenbergbau (1.B.1.a)	234
3.3.1.1.2	Methodische Aspekte (1.B.1.a)	235
3.3.1.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.a)	236
3.3.1.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.a)	237
3.3.1.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.1.a)	237
3.3.1.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.1.a)	238
3.3.1.2	Umwandlung von Kohle – Veredelung (1.B.1.b)	238
3.3.1.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.1.b)	238

3.3.1.2.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.1.b)</i>	238
3.3.1.2.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.b)</i>	239
3.3.1.2.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.b)</i>	239
3.3.1.2.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.1.b)</i>	239
3.3.1.2.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.1.b)</i>	239
3.3.1.3	<i>Andere (1.B.1.c)</i>	240
3.3.1.3.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.1.c)</i>	240
3.3.1.3.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.1.c)</i>	241
3.3.1.3.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.c)</i>	242
3.3.1.3.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.c)</i>	242
3.3.1.3.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.1.c)</i>	242
3.3.1.3.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.1.c)</i>	243
3.3.2	Öl und Erdgas (1.B.2)	243
3.3.2.1	<i>Rückrechnungen und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2 alle)</i>	243
3.3.2.2	<i>Geplante Verbesserungen (1.B.2, alle)</i>	243
3.3.2.3	<i>Öl (1.B.2.a)</i>	244
3.3.2.3.1	<i>Öl, Exploration (1.B.2.a.i)</i>	244
3.3.2.3.1.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.i)</i>	244
3.3.2.3.1.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.a.i)</i>	244
3.3.2.3.1.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.i)</i>	244
3.3.2.3.1.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.i)</i>	244
3.3.2.3.1.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.i)</i>	245
3.3.2.3.1.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.a.i)</i>	245
3.3.2.3.2	<i>Öl, Förderung und Vorbehandlung (1.B.2.a.ii)</i>	245
3.3.2.3.2.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.ii)</i>	245
3.3.2.3.2.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.a.ii)</i>	245
3.3.2.3.2.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.ii)</i>	246
3.3.2.3.2.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.ii)</i>	246
3.3.2.3.2.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.ii)</i>	246
3.3.2.3.2.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.a.ii)</i>	246
3.3.2.3.3	<i>Öl, Transport (1.B.2.a.iii)</i>	246
3.3.2.3.3.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.iii)</i>	246
3.3.2.3.3.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.a.iii)</i>	247
3.3.2.3.3.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.iii)</i>	247
3.3.2.3.3.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.iii)</i>	247
3.3.2.3.3.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.iii)</i>	247
3.3.2.3.3.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.a.iii)</i>	247
3.3.2.3.4	<i>Öl, Verarbeitung und Lagerung (1.B.2.a.iv)</i>	248
3.3.2.3.4.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.iv)</i>	248
3.3.2.3.4.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.a.iv)</i>	249
3.3.2.3.4.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.iv)</i>	250
3.3.2.3.4.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.iv)</i>	250
3.3.2.3.4.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.iv)</i>	250
3.3.2.3.4.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.a.iv)</i>	250
3.3.2.3.5	<i>Öl, Verteilung von Ölprodukten (1.B.2.a.v)</i>	250
3.3.2.3.5.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.v)</i>	250
3.3.2.3.5.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.a.v)</i>	252
3.3.2.3.5.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.v)</i>	254
3.3.2.3.5.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.v)</i>	254
3.3.2.3.5.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.v)</i>	254
3.3.2.3.5.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.a.v)</i>	254
3.3.2.3.6	<i>Öl, Sonstige (1.B.2.a.vi)</i>	254
3.3.2.3.6.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.vi)</i>	254
3.3.2.3.6.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.a.vi)</i>	254
3.3.2.3.6.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.vi)</i>	255
3.3.2.3.6.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.vi)</i>	255
3.3.2.3.6.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.vi)</i>	255
3.3.2.3.6.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.a.vi)</i>	255
3.3.2.4	<i>Erdgas (1.B.2.b)</i>	255
3.3.2.4.1	<i>Gas, Exploration; Erkundung von Gas (1.B.2.b.i)</i>	255
3.3.2.4.1.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.i)</i>	255
3.3.2.4.1.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.b.i)</i>	255
3.3.2.4.1.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.i)</i>	255
3.3.2.4.1.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.i)</i>	255

3.3.2.4.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.i)	256
3.3.2.4.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.b.i)	256
3.3.2.4.2	<i>Gas, Herstellung und Verarbeitung (1.B.2.b.ii)</i>	256
3.3.2.4.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.ii)	256
3.3.2.4.2.2	Methodische Aspekte (1.B.2.b.ii)	257
3.3.2.4.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.ii)	257
3.3.2.4.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.ii)	257
3.3.2.4.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.ii)	258
3.3.2.4.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.b.ii)	258
3.3.2.4.3	<i>Gas, Weiterleitung (1.B.2.b.iii)</i>	258
3.3.2.4.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.iii)	258
3.3.2.4.3.2	Methodische Aspekte (1.B.2.b.iii)	258
3.3.2.4.3.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.iii)	259
3.3.2.4.3.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.iii)	259
3.3.2.4.3.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.iii)	260
3.3.2.4.3.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.b.iii)	260
3.3.2.4.4	<i>Gas, Verteilung (1.B.2.b.iv)</i>	260
3.3.2.4.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.iv)	260
3.3.2.4.4.2	Methodische Aspekte (1.B.2.b.iv)	261
3.3.2.4.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.iv)	262
3.3.2.4.4.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.iv)	262
3.3.2.4.4.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.iv)	263
3.3.2.4.4.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.b.iv)	263
3.3.2.4.5	<i>Gas, Sonstige Leckagen (1.B.2.b.v)</i>	263
3.3.2.4.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.v)	263
3.3.2.4.5.2	Methodische Aspekte (1.B.2.b.v)	263
3.3.2.4.5.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.v)	263
3.3.2.4.5.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.v)	264
3.3.2.4.5.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.v)	264
3.3.2.4.5.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.b.v)	264
3.3.2.4.6	<i>Abfackelung und Entlüftung (1.B.2.c)</i>	264
3.3.2.4.7	<i>Abfackelung und Entlüftung von Öl (1.B.2.c.i)</i>	264
3.3.2.4.7.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.c.i)	264
3.3.2.4.7.2	Methodische Aspekte (1.B.2.c.i)	265
3.3.2.4.7.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.c.i)	265
3.3.2.4.7.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.c.i)	265
3.3.2.4.7.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.c.i)	266
3.3.2.4.7.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.c.i)	266
3.3.2.4.8	<i>Abfackelung und Entlüftung von Gas (1.B.2.c.ii)</i>	266
3.3.2.4.8.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.c.ii)	266
3.3.2.4.8.2	Methodische Aspekte (1.B.2.c.ii)	266
3.3.2.4.8.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.c.ii)	267
3.3.2.4.8.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.c.ii)	267
3.3.2.4.8.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.c.ii)	267
3.3.2.4.8.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.c.ii)	267
3.3.2.5	<i>Geothermie (1.B.2.d)</i>	267
3.3.2.5.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.d)</i>	267
3.3.2.5.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.d)</i>	268
3.3.2.5.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.d)</i>	268
3.3.2.5.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und –Verifizierung (1.B.2.d)</i>	268
3.3.2.5.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnung (1.B.2.d)</i>	268
3.3.2.5.6	<i>Geplante Verbesserungen (1.B.2.d)</i>	268
4	INDUSTRIEPROZESSE (CRF SEKTOR 2)	269
4.1	ÜBERSICHT (CRF SEKTOR 2)	269
4.2	MINERALISCHE PRODUKTE (2.A)	269
4.2.1	Mineralische Produkte: Zement (2.A.1)	270
4.2.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.1)	270
4.2.1.2	Methodische Aspekte (2.A.1)	271
4.2.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.1)	272
4.2.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.1)	272
4.2.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.1)	273
4.2.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.1)	273
4.2.2	Mineralische Produkte: Kalk (2.A.2)	273

4.2.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.2)	273
4.2.2.2	Methodische Aspekte (2.A.2)	274
4.2.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.2)	275
4.2.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.2)	275
4.2.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.2)	275
4.2.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.2)	276
4.2.3	Mineralische Produkte: Verwendung von Kalkstein und Dolomit (2.A.3)	276
4.2.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.3)	276
4.2.3.2	Methodische Aspekte (2.A.3)	278
4.2.3.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.3)	279
4.2.3.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.3)	279
4.2.3.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.3)	280
4.2.3.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.3)	280
4.2.4	Mineralische Produkte: Sodaherstellung und -nutzung (2.A.4)	280
4.2.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.4)	280
4.2.4.2	Methodische Aspekte (2.A.4)	281
4.2.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.4)	282
4.2.4.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.4)	282
4.2.4.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.4)	283
4.2.4.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.4)	283
4.2.5	Mineralische Produkte: Verwendung von Bitumen zur Dachdeckung (2.A.5)	283
4.2.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.5)	283
4.2.5.2	Methodische Aspekte (2.A.5)	284
4.2.5.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.5)	284
4.2.5.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.5)	284
4.2.5.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.5)	285
4.2.5.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.5)	285
4.2.6	Mineralische Produkte: Straßenasphaltierung (2.A.6)	285
4.2.6.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.6)	285
4.2.6.2	Methodische Aspekte (2.A.6)	285
4.2.6.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.6)	286
4.2.6.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.6)	286
4.2.6.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.6)	286
4.2.6.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.6)	286
4.2.7	Mineralische Produkte: Glas (2.A.7.a Glas)	286
4.2.7.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.7.a Glas)	287
4.2.7.2	Methodische Aspekte (2.A.7.a Glas)	288
4.2.7.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.7.a Glas)	289
4.2.7.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.7.a Glas)	290
4.2.7.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.7.a Glas)	291
4.2.7.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.7.a Glas)	291
4.2.8	Mineralische Produkte: Keramik (2.A.7.b Keramik)	291
4.2.8.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.7.b Keramik)	291
4.2.8.2	Methodische Aspekte (2.A.7.b Keramik)	292
4.2.8.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.7.b Keramik)	293
4.2.8.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.7.b Keramik)	293
4.2.8.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.7.b Keramik)	293
4.2.8.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.7.b Keramik)	293
4.3	CHEMISCHE INDUSTRIE (2.B)	293
4.3.1	Chemische Industrie: Ammoniakproduktion (2.B.1)	294
4.3.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.B.1)	294
4.3.1.2	Methodische Aspekte (2.B.1)	295
4.3.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.1)	295
4.3.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.1)	296
4.3.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.1)	296
4.3.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.B.1)	296
4.3.2	Chemische Industrie: Salpetersäureproduktion (2.B.2)	296
4.3.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.B.2)	296
4.3.2.2	Methodische Aspekte (2.B.2)	297
4.3.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.2)	297
4.3.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.2)	298
4.3.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.2)	298
4.3.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.B.2)	298
4.3.3	Chemische Industrie: Adipinsäureproduktion (2.B.3)	298

4.3.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.B.3)	298
4.3.3.2	Methodische Aspekte (2.B.3)	299
4.3.3.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.3)	299
4.3.3.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.3)	299
4.3.3.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.3)	299
4.3.3.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.B.3)	300
4.3.4	Chemische Industrie: Carbidproduktion (2.B.4)	300
4.3.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.B.4)	300
4.3.4.2	Methodische Aspekte (2.B.4)	300
4.3.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.4)	301
4.3.4.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.4)	301
4.3.4.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.4)	301
4.3.4.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.B.4)	301
4.3.5	Chemische Industrie - Sonstige: Emissionen aus sonstigen Produktionsprozessen (2.B.5)	301
4.3.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.B.5)	301
4.3.5.2	Methodische Aspekte (2.B.5)	302
4.3.5.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.5)	304
4.3.5.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.5)	305
4.3.5.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.5)	305
4.3.5.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.B.5)	305
4.4	METALLPRODUKTION (2.C)	305
4.4.1	Metallproduktion: Eisen- und Stahlproduktion (2.C.1)	306
4.4.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.C.1)	306
4.4.1.2	Methodische Aspekte (2.C.1)	306
4.4.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.1)	311
4.4.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.1)	311
4.4.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.1)	312
4.4.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.C.1)	312
4.4.2	Metallproduktion: Produktion von Ferrolegierungen (2.C.2)	312
4.4.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.C.2)	312
4.4.2.2	Methodische Aspekte (2.C.2)	312
4.4.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.2)	312
4.4.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.2)	313
4.4.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.2)	313
4.4.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.C.2)	313
4.4.3	Metallproduktion: Primäraluminiumproduktion (2.C.3)	313
4.4.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.C.3)	313
4.4.3.2	Methodische Aspekte (2.C.3)	314
4.4.3.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.3)	315
4.4.3.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.3)	315
4.4.3.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.3)	316
4.4.3.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.C.3)	316
4.4.4	Metallproduktion: SF₆ in der Aluminium- und Magnesiumproduktion (2.C.4)	316
4.4.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.C.4)	316
4.4.4.2	Methodische Aspekte (2.C.4)	317
4.4.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.4)	318
4.4.4.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.4)	318
4.4.4.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.4)	318
4.4.4.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.C.4)	318
4.4.5	Metallproduktion: Sonstige (2.C.5)	319
4.4.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.C.5)	319
4.4.5.2	Methodische Aspekte (2.C.5)	319
4.4.5.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.5)	319
4.4.5.4	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.5)	319
4.4.5.5	Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.C.5)	319
4.4.5.6	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.5)	319
4.5	ANDERE PRODUKTIONEN (2.D.)	319
4.5.1	Andere Produktionen: Zellstoff- und Papierherstellung (2.D.1)	320
4.5.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.D.1)	320
4.5.1.2	Methodische Aspekte (2.D.1)	321
4.5.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.D.1)	322
4.5.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.D.1)	322
4.5.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.D.1)	322

4.5.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.D.1)	322
4.5.2	Andere Produktionen: Nahrungsmittel und Getränke (2.D.2)	323
4.5.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.D.2)	323
4.5.2.2	Methodische Aspekte (2.D.2)	324
4.5.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.D.2)	324
4.5.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.D.2)	325
4.5.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.D.2)	325
4.5.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.D.2)	325
4.6	PRODUKTION VON HALOGENIERTEN KOHLENWASSERSTOFFEN UND SF₆ (2.E)	325
4.6.1	By-Product Emissionen (2.E.1)	325
4.6.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.E.1)	325
4.6.1.2	Methodische Aspekte (2.E.1)	326
4.6.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.E.1)	326
4.6.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.E.1)	326
4.6.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.E.1)	327
4.6.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.E.1)	327
4.6.2	Herstellungsbedingte Emissionen (2.E.2)	327
4.6.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.E.2)	327
4.6.2.2	Methodische Aspekte (2.E.2)	327
4.6.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.E.2)	327
4.6.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.E.2)	327
4.6.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.E.2)	327
4.6.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.E.2)	328
4.6.3	Sonstige (2.E.3)	328
4.7	VERBRAUCH VON HALOGENIERTEN KOHLENWASSERSTOFFEN UND SF₆ (2.F)	328
4.7.1	Kälte und Klimaanlage (2.F.1)	331
4.7.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.1)	331
4.7.1.2	Methodische Aspekte (2.F.1)	331
4.7.1.2.1	<i>Haushaltskälte (2.F.1.a)</i>	331
4.7.1.2.2	<i>Gewerbekälte (2.F.1.b)</i>	332
4.7.1.2.3	<i>Transportkälte (Kühlfahrzeuge und –container) (2.F.1.c)</i>	335
4.7.1.2.4	<i>Industriekälte (2.F.1.d)</i>	337
4.7.1.2.5	<i>Stationäre Klimaanlage (2.F.1.e)</i>	340
4.7.1.2.5.1	Raumklimageräte	340
4.7.1.2.5.2	Kaltwassersätze (Chiller)	341
4.7.1.2.5.3	Wärmepumpenanlagen	342
4.7.1.2.5.4	Wärmepumpen-Wäschetrockner	343
4.7.1.2.6	<i>Mobile Klimaanlage (2.F.1.f)</i>	344
4.7.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.1 alle)	347
4.7.1.4	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.1 alle)	347
4.7.1.5	Geplante Verbesserungen (2.F.1 alle)	363
4.7.2	Schaumherstellung (2.F.2)	363
4.7.2.1	PU-Schaumprodukte (2.F.2)	363
4.7.2.1.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (2.F.2)</i>	363
4.7.2.1.2	<i>Methodische Aspekte (2.F.2)</i>	363
4.7.2.2	PU-Montageschaum (2.F.2)	364
4.7.2.2.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (2.F.2)</i>	364
4.7.2.2.2	<i>Methodische Aspekte (2.F.2)</i>	364
4.7.2.3	XPS-Hartschaum (2.F.2)	365
4.7.2.3.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (2.F.2)</i>	365
4.7.2.3.2	<i>Methodische Aspekte (2.F.2)</i>	365
4.7.2.4	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.2)	366
4.7.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.2)	367
4.7.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.2)	367
4.7.3	Feuerlöschmittel (2.F.3)	367
4.7.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.3)	367
4.7.3.2	Methodische Aspekte (2.F.3)	367
4.7.3.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.3)	368
4.7.3.4	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.3)	368
4.7.3.5	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.3)	368
4.7.4	Aerosole (2.F.4)	368
4.7.4.1	Dosieraerosole (2.F.4.a)	368
4.7.4.1.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (2.F.4.a)</i>	368
4.7.4.1.2	<i>Methodische Aspekte (2.F.4.a)</i>	369

4.7.4.2	Sonstige Aerosole (2.F.4.b)	370
4.7.4.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.4.b)	370
4.7.4.2.2	Methodische Aspekte (2.F.4.b)	370
4.7.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.4 alle)	371
4.7.4.3.1	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.4 alle)	371
4.7.4.3.2	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.4 alle)	371
4.7.5	Lösemittel (2.F.5)	371
4.7.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.5)	371
4.7.5.2	Methodische Aspekte (2.F.5)	371
4.7.5.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.5)	371
4.7.5.4	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.5)	371
4.7.5.5	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.5)	372
4.7.6	Andere Anwendungen, die ODS Ersatzstoffe verwenden (2.F.6)	372
4.7.7	Halbleiterproduktion (2.F.7)	372
4.7.7.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.7)	372
4.7.7.2	Methodische Aspekte (2.F.7)	372
4.7.7.3	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.7)	373
4.7.7.4	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.7)	373
4.7.8	Elektrische Betriebsmittel (2.F.8)	373
4.7.8.1	Anwendung elektrischer Betriebsmittel (2.F.8.a)	373
4.7.8.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.a)	373
4.7.8.1.2	Methodische Aspekte (2.F.8.a)	373
4.7.8.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.8.a)	375
4.7.8.1.4	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.8.a)	376
4.7.8.1.5	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.8.a)	376
4.7.8.2	Anwendung in Teilchenbeschleunigern (2.F.8.b)	376
4.7.8.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.b)	376
4.7.8.2.2	Methodische Aspekte (2.F.8.b)	377
4.7.8.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.8.b)	377
4.7.8.2.4	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.8.b)	377
4.7.8.2.5	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.8.b)	377
4.7.9	Sonstige (2.F.9)	377
4.7.9.1	Isolierglasfenster (2.F.9.a)	377
4.7.9.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.a)	377
4.7.9.1.2	Methodische Aspekte (2.F.9.a)	378
4.7.9.2	Autoreifen (2.F.9.b)	379
4.7.9.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.b)	379
4.7.9.2.2	Methodische Aspekte (2.F.9.b)	379
4.7.9.3	Sportschuhe (2.F.9.c)	379
4.7.9.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.c)	379
4.7.9.3.2	Methodische Aspekte (2.F.9.c)	380
4.7.9.4	Spurengas (2.F.9.d)	380
4.7.9.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.d)	380
4.7.9.4.2	Methodische Aspekte (2.F.9.d)	380
4.7.9.5	AWACS Wartung (2.F.9.e)	381
4.7.9.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.e)	381
4.7.9.5.2	Methodische Aspekte (2.F.9.e)	381
4.7.9.6	Schweißen (2.F.9.f)	381
4.7.9.6.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.f)	381
4.7.9.6.2	Methodische Aspekte (2.F.9.f)	381
4.7.9.7	Optische Glasfasern (2.F.9.g)	382
4.7.9.7.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.g)	382
4.7.9.7.2	Methodische Aspekte (2.F.9.g)	382
4.7.9.8	Photovoltaik (2.F.9.h)	382
4.7.9.8.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.h)	382
4.7.9.8.2	Methodische Aspekte (2.F.9.h)	383
4.7.9.9	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.9 alle)	383
4.7.9.10	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.9 alle)	383
4.7.9.11	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.9 alle)	383
4.7.10	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.F. alle)	383
4.8	ANDERE BEREICHE (2.G.)	384
5	LÖSEMittel UND ANDERE PRODUKTVERWENDUNG (CRF SEKTOR 3)	386
5.1	ÜBERSICHT (CRF SEKTOR 3)	386

5.2 LÖSEMittel - NMVOC (3.A-3.C & 3.D)	387
5.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (3.A-3.C & 3.D)	387
5.2.2 Methodische Aspekte (3.A-3.C & 3.D)	388
5.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (3.A-3.C & 3.D)	389
5.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (3.A-3.C & 3.D)	390
5.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (3.A-3.C & 3.D)	390
5.2.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (3.A-3.C & 3.D)	390
5.3 SONSTIGE – VERWENDUNG VON N₂O (3.D)	390
5.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (3.D.1)	390
5.3.2 Methodische Aspekte (3.D.1)	392
5.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (3.D.1)	394
5.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (3.D.1)	395
5.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (3.D.1)	395
5.3.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (3.D.1)	395
6 LANDWIRTSCHAFT (CRF SEKTOR 4)	396
6.1 ÜBERBLICK (CRF SEKTOR 4)	396
6.1.1 Quellgruppen und Gesamtemissionen 1990 - 2011	396
6.1.2 Das Emissionsinventarmodell GAS-EM	396
6.1.2.1 Verwendete Regelwerke und ausführlicher Bericht	397
6.1.2.2 Grundstruktur des Emissionsinventarmodells GAS-EM	397
6.1.2.3 Die Behandlung von Kohlenstoff im Emissionsinventar	398
6.1.2.4 Das Stickstoff-Fluss-Konzept (4.A, 4.B)	398
6.1.3 Charakterisierung der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung	400
6.1.3.1 Tierkategorien (CRF 4.A, 4.B)	400
6.1.3.2 Tierplatzzahlen (CRF 4.A, 4.B)	401
6.1.3.2.1 Erhebungen durch die Statistischen Ämter des Bundes und der Länder	401
6.1.3.2.2 Besonderheiten der Tierplatzzahlen im Inventar	402
6.1.3.2.3 Im Inventar verwendete Tierplatzzahlen (CRF 4.A, 4.B)	403
6.1.3.3 Leistungs-, Energie- und Futterdaten (CRF 4.A, 4.B)	404
6.1.3.4 N-Ausscheidungen (CRF 4.B)	407
6.1.3.5 VS-Ausscheidungen (CRF 4.B)	411
6.1.3.6 Haltungs-, Lager- und Ausbringungsverfahren sowie Weidezeiten (CRF 4.A, 4.B, 4.D)	412
6.1.3.6.1 Häufigkeitsverteilungen (CRF 4.A, 4.B, 4.D)	412
6.1.3.6.2 Einstreu bei Festmistsystemen (CRF 4.B)	415
6.1.3.6.3 Maximale Methan-Bildungsrate Bo (CRF 4.B)	416
6.1.3.6.4 Methan-Umwandlungsfaktoren MCF (CRF 4.B)	417
6.1.3.6.5 Güllevergärung und Gärreste-Management (CRF 4.B)	419
6.1.4 Aktivitätsdaten für N ₂ O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden	422
6.1.4.1.1 Den direkten N ₂ O-Emissionen zugrunde liegende N-Mengen (CRF 4.D)	422
6.1.4.1.2 Flächen organischer Böden (CRF 4.D)	423
6.1.4.1.3 Deposition reaktiven Stickstoffs (CRF 4.D)	424
6.1.4.1.4 Auswaschung und Oberflächenabfluss (CRF 4.D)	424
6.1.5 Gesamtunsicherheit aller Emissionen des Sektors 4	425
6.1.6 Qualitätssicherung und -kontrolle	429
6.1.6.1 Qualitätsmanagement Emissionsinventare des Thünen-Instituts	429
6.1.6.2 Eingangsdaten, Berechnungsverfahren und Emissionsergebnisse	429
6.1.6.3 Vergleiche mit den Vorjahresergebnissen	429
6.1.6.4 Verifizierung	429
6.1.6.5 Reviews und Reports	430
6.2 FERMENTATION BEI DER VERDAUUNG (4.A)	430
6.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.A)	430
6.2.2 Methodische Aspekte (4.A)	431
6.2.2.1 Methodik	431
6.2.2.2 Emissionsfaktoren (4.A)	433
6.2.2.3 Emissionen (4.A)	434
6.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.A)	434
6.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.A)	435
6.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (4.A)	437
6.2.6 Geplante Verbesserungen (4.A)	438
6.3 WIRTSCHAFTSDÜNGER-MANAGEMENT (4.B)	439
6.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.B)	439
6.3.2 Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B, CH ₄)	440

6.3.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (4.B, CH ₄)	440
6.3.2.2	Methodische Aspekte (4.B, CH ₄)	440
6.3.2.2.1	Methodik (4.B, CH ₄)	440
6.3.2.2.2	Emissionsfaktoren (4.B, CH ₄)	441
6.3.2.2.3	Emissionen (4.B, CH ₄)	441
6.3.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.B, CH ₄)	442
6.3.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.B, CH ₄)	443
6.3.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (4.B, CH ₄)	445
6.3.2.6	Geplante Verbesserungen (4.B, CH ₄)	449
6.3.3	NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B, NMVOC)	449
6.3.4	N₂O- und NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B, N₂O & NO)	449
6.3.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (4.B, N ₂ O & NO)	449
6.3.4.2	Methodische Aspekte (4.B, N ₂ O & NO)	449
6.3.4.2.1	Methodik (4.B, N ₂ O & NO)	449
6.3.4.2.2	Emissionsfaktoren (4.B, N ₂ O & NO)	450
6.3.4.2.3	Emissionen (4.B, N ₂ O & NO)	452
6.3.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.B, N ₂ O & NO)	454
6.3.4.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.B, N ₂ O & NO)	454
6.3.4.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (4.B, N ₂ O & NO)	456
6.3.4.6	Geplante Verbesserungen (4.B, N ₂ O & NO)	457
6.4	REISANBAU (4.C)	457
6.5	LANDWIRTSCHAFTLICHE BÖDEN (4.D)	457
6.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (4.D)	457
6.5.2	Methodische Aspekte (4.D)	458
6.5.2.1	Methodik und Emissionsfaktoren (4.D)	458
6.5.2.1.1	Direkte N ₂ O-Emissionen (4.Ds1.1, 4.Ds1.2)	458
6.5.2.1.2	Indirekte N ₂ O-Emissionen als Folge der Deposition reaktiven Stickstoffs (4.Ds1.3)	459
6.5.2.1.3	Indirekte N ₂ O-Emissionen als Folge von Auswaschung und Oberflächenabfluss (4.Ds1.3)	461
6.5.2.1.4	NO-Emissionen	461
6.5.2.1.5	NMVOC-Emissionen	461
6.5.2.2	Die Frac-Größen	461
6.5.2.2.1	Frac _{GASF} und Frac _{GASM}	461
6.5.2.2.2	Die übrigen Frac-Verhältnisgrößen	463
6.5.2.3	Emissionen (4.D)	464
6.5.3	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.D)	465
6.5.4	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.D)	466
6.5.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (4.D)	467
6.5.6	Geplante Verbesserungen (4.D)	470
6.6	BRANDRODUNG (4.E)	470
6.7	VERBRENNEN VON ERNTERÜCKSTÄNDEN AUF DER FLÄCHE (4.F)	470
7	LANDNUTZUNG, LANDNUTZUNGSÄNDERUNG UND FORSTWIRTSCHAFT (CRF SEKTOR 5)	471
7.1	ÜBERSICHT (CRF SEKTOR 5)	471
7.1.1	Quellgruppen und Gesamtemissionen und -senken 1990 - 2011	471
7.1.2	Methodische Grundlagen	473
7.1.3	Methodische Erfassung der Landnutzungsmatrix	475
7.1.3.1	Einleitung	475
7.1.3.2	Datengrundlage und -aufarbeitung	476
7.1.3.2.1	Datenquellen	476
7.1.3.2.2	Ableiten der LULUCF-Informationen	479
7.1.3.3	Validierung und Fehlerbetrachtungen	481
7.1.3.4	Schrittweise Implementierung	482
7.1.3.4.1	Ableitung der Landnutzung in den Jahren 1990, 2000, 2005, 2008 und 2011	483
7.1.3.4.2	Ableitung der jährlichen Landnutzungsänderungen	486
7.1.3.5	Landnutzungsänderungen nach Konvention und KP	486
7.1.3.6	Geplante Verbesserungen	490
7.1.4	Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien	490
7.1.5	Bodenkohlenstoff in Mineralböden (5.A bis 5.F)	492
7.1.6	Treibhausgasemissionen aus drainierten organischen Böden (5.A bis 5.F)	494
7.1.6.1	Aktivitätsdaten: Flächenermittlung	494

7.1.6.2	Nationale Emissionsfaktoren	495
7.1.7	Biomasse (5.B bis 5.F)	496
7.1.8	Qualitätssicherung	498
7.2	WÄLDER (5.A)	499
7.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (5.A)	499
7.2.1.1	Verbleibende Waldfläche (Forest Land remaining Forest Land) (5.A.1)	501
7.2.1.2	Neuwaldflächen (Land converted to Forest Land) (5.A.2)	501
7.2.2	Informationen zu den für die Ermittlung der Waldflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.A)	501
7.2.2.1	Bundeswaldinventur, Inventurstudie 2008 und Datenspeicher Waldfonds	502
7.2.2.2	Bodenzustandserhebung im Wald (BZE und BioSoil)	502
7.2.2.3	Weitere Aktivitätsdaten	503
7.2.3	Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssystemen und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.A)	503
7.2.3.1	Walddefinition der Bundeswaldinventur	503
7.2.3.2	Bestimmung der Waldfläche und der Veränderung	504
7.2.4	Methodische Aspekte (5.A)	506
7.2.4.1	Biomasse	506
7.2.4.1.1	Verbleibende Waldfläche	506
7.2.4.1.2	Neuwaldfläche	509
7.2.4.1.3	Herleitung der Einzelbaumbiomassen	510
7.2.4.1.4	Konvertierung in oberirdische Einzelbaumbiomasse	511
7.2.4.1.5	Konvertierung in unterirdische Biomasse	514
7.2.4.1.6	Konvertierung der Einzelbaumbiomasse in Kohlenstoff	514
7.2.4.1.7	Hochrechnungsalgorithmen für den Zustand von 1987, 2002, 2008	515
7.2.4.1.8	Hochrechnungsalgorithmen für die Veränderung zwischen 1987 und 2002 bzw. 2002 und 2008 (Herleitung der Vorratsveränderung nach der „Stock-Change-Method“)	516
7.2.4.1.9	Interpolation der Zeiträume hin zu jährlichen Veränderungsschätzungen	516
7.2.4.2	Totholz	517
7.2.4.2.1	Verbleibende Waldfläche	517
7.2.4.2.2	Neuwaldfläche	517
7.2.4.3	Streu	518
7.2.4.3.1	Verbleibende Waldfläche	518
7.2.4.3.2	Neuwaldflächen	518
7.2.4.3.3	Herleitung der Kohlenstoffvorräte der Streu	518
7.2.4.3.4	Herleitung der Kohlenstoffvorratsänderung in der Streu in dem Zeitraum von 1990 (BZE I) bis 2006 (BZE II/BioSoil)	519
7.2.4.4	Mineralische Böden	519
7.2.4.4.1	Verbleibende Waldfläche	519
7.2.4.4.2	Neuwaldflächen	520
7.2.4.4.3	Herleitung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen	520
7.2.4.4.4	Ergebnisse der Herleitung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen	522
7.2.4.5	Organische Böden	523
7.2.4.5.1	Verbleibende Waldfläche	523
7.2.4.5.2	Neuwaldflächen	524
7.2.4.6	Sonstige Treibhausgasemissionen aus Wäldern	524
7.2.4.6.1	Kalkung	524
7.2.4.6.2	Waldbrand	525
7.2.4.6.3	Drainage	527
7.2.4.6.4	Landnutzungsänderung von Wald zu Ackerland	527
7.2.5	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5.A)	528
7.2.5.1	Unsicherheiten bei der Schätzung von Landnutzungsänderungsflächen	528
7.2.5.2	Unsicherheiten bei der Schätzung der ober- und unterirdischen Biomasse	529
7.2.5.2.1	Konvertierung von Derbholzvolumen in Baumholzvolumen	529
7.2.5.2.2	Baumartengruppenspezifische Raumdichten	531
7.2.5.2.3	Ableitung der unterirdischen Biomasse	532
7.2.5.2.4	Stichprobenfehler	533
7.2.5.3	Unsicherheiten bei der Schätzung der Streu und der mineralischen Böden	537
7.2.5.3.1	Probenahmefehler	537
7.2.5.3.2	Kleinräumige Variabilität	537
7.2.5.3.3	Repräsentanz von Punkten innerhalb der Straten	537
7.2.5.3.4	Stichprobenfehler	537
7.2.5.3.5	Quantifizierung von methodisch bedingten Unsicherheiten	538
7.2.5.4	Zeitreihenkonsistenz	539

7.2.6	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5.A)	539
7.2.6.1	Biomasse und Totholz	540
7.2.6.2	Streu und mineralische Böden	540
7.2.6.3	Vergleich mit Ergebnissen anderer Staaten	540
7.2.7	Quellenspezifische Rückrechnungen (5.A)	542
7.2.7.1	Verbleibender Wald	543
7.2.7.2	Neuwaldfläche	546
7.2.8	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5.A)	548
7.2.8.1	Landnutzungsänderungen	548
7.2.8.2	Streu und mineralische Böden	548
7.3	ACKERLAND (5.B)	548
7.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (5.B)	548
7.3.2	Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.B)	550
7.3.3	Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.B)	551
7.3.4	Methodische Aspekte (5.B)	551
7.3.4.1	Datenquellen	551
7.3.4.2	Biomasse	552
7.3.4.2.1	<i>Kohlenstoffvorräte in der Biomasse von perennierenden Ackerkulturen</i>	552
7.3.4.2.2	<i>Kohlenstoffvorräte in der Biomasse von annuellen Ackerkulturen</i>	552
7.3.4.2.3	<i>Gesamte Kohlenstoffvorräte in der Biomasse Ackerland</i>	554
7.3.4.3	Mineralische Böden	554
7.3.4.4	Organische Böden	555
7.3.4.5	Kalkung	555
7.3.5	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5.B)	555
7.3.6	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5.B)	557
7.3.7	Quellenspezifische Rückrechnungen (5.B)	559
7.3.8	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5.B)	563
7.4	GRÜNLAND (5.C)	563
7.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (5. C)	563
7.4.2	Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.C)	566
7.4.3	Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.C)	566
7.4.4	Methodische Aspekte (5. C)	567
7.4.4.1	Datenquellen	567
7.4.4.2	Biomasse	567
7.4.4.2.1	<i>Grünland im engeren Sinne (i.e.S.)</i>	568
7.4.4.2.2	<i>Gehölze</i>	569
7.4.4.3	Mineralische Böden	570
7.4.4.4	Organische Böden	570
7.4.4.5	Kalkung	571
7.4.5	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. C)	571
7.4.6	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. C)	572
7.4.7	Quellenspezifische Rückrechnungen (5. C)	574
7.4.8	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5. C)	576
7.5	WETLAND (5.D)	577
7.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (5. D)	577
7.5.2	Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken	579
7.5.3	Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.D)	579
7.5.4	Methodische Aspekte (5. D)	580
7.5.4.1	Datenquellen	580
7.5.4.2	Biomasse	580
7.5.4.3	Mineralböden	581
7.5.4.4	Organische Böden	581
7.5.5	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. D)	582
7.5.6	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. D)	584
7.5.7	Quellenspezifische Rückrechnungen (5. D)	585
7.5.8	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5. D)	587
7.6	SIEDLUNGEN (5.E)	587

7.6.1	Beschreibung der Quellgruppe (5. E)	587
7.6.2	Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.E)	589
7.6.3	Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.E)	589
7.6.4	Methodische Aspekte (5. E)	590
7.6.4.1	Datenquellen	590
7.6.4.2	Biomasse	590
7.6.4.3	Mineralische Böden	591
7.6.4.4	Organische Böden	591
7.6.5	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. E)	591
7.6.6	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. E)	592
7.6.7	Quellenspezifische Rückrechnungen (5. E)	593
7.6.8	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5. E)	595
7.7	SONSTIGES LAND (5.F)	595
7.7.1	Beschreibung der Quellgruppe (5. F)	595
7.7.2	Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.F)	595
7.7.3	Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.F)	596
7.7.4	Methodische Aspekte (5. F)	596
7.7.5	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. F)	596
7.7.6	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. F)	596
7.7.7	Quellenspezifische Rückrechnungen (5. F)	596
7.7.8	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5. F)	596
7.8	ANDERE BEREICHE (5.G)	596
8	ABFALL UND ABWASSER (CRF SEKTOR 6)	597
8.1	ÜBERSICHT (CRF SEKTOR 6)	597
8.2	ABFALLDEPONIE (6.A)	597
8.2.1	Geordnete Deponierung – Deponierung von Siedlungsabfällen (6.A.1)	598
8.2.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (6.A.1)	598
8.2.1.2	Methodische Aspekte (6.A.1)	599
8.2.1.2.1	Deponierte Abfallmengen	601
8.2.1.2.2	Abfallzusammensetzung	602
8.2.1.2.3	F (Methankorrekturfaktor)	605
8.2.1.2.4	DOC	605
8.2.1.2.5	DOC _F	605
8.2.1.2.6	F = Anteil des CH ₄ am Deponiegas	606
8.2.1.2.7	Halbwertszeit	606
8.2.1.2.8	Deponiegasnutzung	606
8.2.1.2.9	Oxidationsfaktor	607
8.2.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.A.1)	608
8.2.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/ -kontrolle und Verifizierung (6.A.1)	608
8.2.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (6.A.1)	608
8.2.1.6	Geplante Verbesserungen (6.A.1)	608
8.3	ABWASSERBEHANDLUNG (6.B)	609
8.3.1	Industrielle Abwasserbehandlung	609
8.3.1.1	Methanemissionen der industriellen Abwasserbehandlung (6.B.1)	609
8.3.1.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (6.B.1)	609
8.3.1.2	Lachgasemissionen der industriellen Abwasserbehandlung (6.B.1)	611
8.3.1.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (6.B.1 Lachgas industriell)	611
8.3.1.2.2	Methodische Aspekte (6.B.1 Lachgas industriell)	611
8.3.1.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.B.1 Lachgas industriell)	613
8.3.1.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/ -kontrolle und Verifizierung (6.B.1 Lachgas industriell)	613
8.3.1.2.5	Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.1 Lachgas industriell)	613
8.3.1.2.6	Geplante Verbesserungen (6.B.1 Lachgas industriell)	613
8.3.2	Kommunale Abwasserbehandlung (6.B.2)	614
8.3.2.1	Methanemissionen der kommunalen Abwasserbehandlung (6.B.2 Abwasserbehandlung)	614
8.3.2.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2 Abwasserbehandlung)	614
8.3.2.1.2	Methodische Aspekte (6.B.2 Abwasserbehandlung)	614

8.3.2.1.3	Unsicherheit und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2 Abwasserbehandlung)	615
8.3.2.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.B.2 Abwasserbehandlung)	615
8.3.2.1.5	Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2 Abwasserbehandlung)	615
8.3.2.1.6	Geplante Verbesserungen (6.B.2 Abwasserbehandlung)	615
8.3.2.2	Methanemissionen der kommunalen Schlammbehandlung (6.B.2 Schlammbehandlung)	615
8.3.2.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2 Schlammbehandlung)	615
8.3.2.2.2	Methodische Aspekte (6.B.2 Schlammbehandlung)	616
8.3.2.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2 Schlammbehandlung)	617
8.3.2.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.B.2 Schlammbehandlung)	617
8.3.2.2.5	Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2 Schlammbehandlung)	617
8.3.2.2.6	Geplante Verbesserungen (6.B.2 Schlammbehandlung)	617
8.3.2.3	Lachgasemissionen aus dem kommunalen Abwasser (6.B.2 Lachgas kommunal)	617
8.3.2.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2 Lachgas kommunal)	617
8.3.2.3.2	Methodische Aspekte (6.B.2 Lachgas kommunal)	618
8.3.2.3.3	Unsicherheit und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2 Lachgas kommunal)	619
8.3.2.3.4	Quellgruppenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.B.2 Lachgas kommunal)	619
8.3.2.3.5	Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2 Lachgas kommunal)	620
8.3.2.3.6	Geplante Verbesserungen (6.B.2 Lachgas kommunal)	620
8.4	ABFALLVERBRENNUNG (6.C)	620
8.5	ANDERE BEREICHE (6.D)	620
8.5.1	Andere Bereiche - Kompostierungsanlagen (6.D.1)	620
8.5.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (6.D.1)	620
8.5.1.2	Methodische Aspekte (6.D.1)	620
8.5.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.D.1)	621
8.5.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.D.1)	622
8.5.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (6.D.1)	622
8.5.1.6	Geplante Verbesserungen (6.D.1)	622
8.5.2	Andere Bereiche - Mechanisch-biologische Abfallbehandlung (MBA) (6.D.2)	622
8.5.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (6.D.2)	622
8.5.2.2	Methodische Aspekte (6.D.2)	623
8.5.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.D.2)	624
8.5.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.D.2)	624
8.5.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (6.D.2)	624
8.5.2.6	Geplante Verbesserungen (6.D.2)	624
9	ANDERE (CRF SEKTOR 7)	625
10	RÜCKRECHNUNGEN UND VERBESSERUNGEN	626
10.1	ERKLÄRUNG UND RECHTFERTIGUNG DER RÜCKRECHNUNGEN	626
10.1.1	Treibhausgas-Inventar	626
10.1.1.1	Generelles Vorgehen	626
10.1.1.2	Rückrechnungen im Inventar 2013 nach Quellgruppen	627
10.1.1.3	Rückrechnungen im Inventar 2013 nach Substanzen	629
10.1.1.4	Rückrechnungen als Umsetzung von Ergebnissen des Review Prozesses	630
10.1.2	KP-LULUCF-Inventar	631
10.1.2.1	Generelles Vorgehen	631
10.1.2.2	Rückrechnungen im Inventar 2013 nach Quellgruppen	631
10.1.2.3	Rückrechnungen im Inventar 2013 nach Substanzen	631
10.1.2.4	Rückrechnungen als Umsetzung von Ergebnissen des Review Prozesses	631
10.2	AUSWIRKUNG AUF DIE HÖHE DER EMISSIONEN	631
10.2.1	Treibhausgas-Inventar	631
10.2.1.1	Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 1990	632
10.2.1.2	Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 2010	633
10.2.2	KP-LULUCF-Inventar	635
10.2.2.1	Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 1990	635
10.2.2.2	Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 2010	635
10.3	AUSWIRKUNG AUF DIE EMISSIONSTRENDS UND DIE KONSISTENZ DER ZEITREIHE	636
10.3.1	Treibhausgas-Inventar	636
10.3.2	KP-LULUCF-Inventar	636
10.4	VERBESSERUNGEN DES INVENTARS	636
10.4.1	Treibhausgas-Inventar	636

10.4.2 KP & LULUCF	663
11 ERGÄNZENDE INFORMATIONEN WIE NACH ARTIKEL 7, ABSATZ 1 DES KYOTO-PROTOKOLLS GEFORDERT	664
11.1 ALLGEMEINE INFORMATIONEN	664
11.1.1 Walddefinition und andere Kriterien	664
11.1.2 Gewählte Aktivitäten unter Artikel 3, Absatz 4 des Kyoto-Protokolls	665
11.1.3 Beschreibung wie die Definitionen aller Aktivitäten nach Artikel 3.3 und aller gewählten Aktivitäten nach Artikel 3.4 umgesetzt und im Zeitverlauf konstant angewandt wurden	665
11.1.4 Beschreibung der vorrangigen Bedingungen und/oder der Hierarchie unter den Aktivitäten nach Artikel 3.4, und wie sie konstant auf die Bestimmung der Landklassifizierung angewandt wurden	667
11.2 LANDBEZOGENE INFORMATIONEN	667
11.2.1 Methode, die für die Bestimmung der Flächengröße nach Artikel 3.3 genutzt wird	667
11.2.2 Methodik, die zur Entwicklung der Landübergangsmatrix benutzt wird	667
11.2.3 Karten und/oder Datenbanken zur Bestimmung der geografischen Position von Flächen und das zugehörige Identifizierungssystem	668
11.3 AKTIVITÄTSSPEZIFISCHE INFORMATIONEN	669
11.3.1 Methoden für Kohlenstoffbestandsänderung, Treibhausgasemissionen und Abbauschätzungen	669
11.3.1.1 Beschreibung der Methoden und der angewandten, zugrundeliegenden Annahmen	669
11.3.1.1.1 Zusammenfassung	669
11.3.1.1.2 Biomasse	670
11.3.1.1.3 Totholz	671
11.3.1.1.4 Streu	671
11.3.1.1.5 Mineralische Böden	672
11.3.1.1.6 Organische Böden	672
11.3.1.1.7 Sonstige Treibhausgasemissionen aus Wäldern	673
11.3.1.2 Begründung bei Nichtberücksichtigung eines Kohlenstoffpools oder Treibhausgasemissionen/ Abbau von Aktivitäten nach Artikel 3.3 und gewählten Aktivitäten nach Artikel 3.4	673
11.3.1.3 Informationen ob indirekte oder natürliche Treibhausgase und Abbau ausgeklammert wurden oder nicht	673
11.3.1.4 Änderungen in den Daten und Methoden seit der letzten Einreichung (Rückrechnungen)	673
11.3.1.5 Schätzung der Unsicherheiten	676
11.3.1.5.1 Schätzung der Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für die Biomasse	679
11.3.1.5.2 Schätzung der Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für Mineralboden und Streu	679
11.3.1.6 Informationen über andere Methoden	680
11.3.1.6.1 Vergleich mit Ergebnissen anderer Staaten	680
11.3.1.7 Das Anfangsjahr einer Aktivität, falls nach 2008	682
11.4 ARTIKEL 3.3	683
11.4.1 Information, die belegt, dass Aktivitäten nach Artikel 3.3 am oder nach dem 1. Januar 1990 und vor dem 31. Dezember 2012 begannen und direkt vom Menschen verursacht sind	683
11.4.2 Informationen über die Unterscheidung zwischen Ernte oder Waldstörung, die vom Neuaufbau von Wäldern gefolgt sind, und Entwaldung	684
11.4.3 Informationen über die Größe und geografische Lage von Waldgebieten, die Waldabdeckung verloren haben aber nicht als entwaldet gelten	685
11.5 ARTIKEL 3.4	685
11.5.1 Informationen, die belegen, dass Aktivitäten nach Artikel 3.4 seit dem 1. Januar 1990 auftraten und vom Menschen verursacht sind	685
11.5.2 Informationen bezüglich der Kulturlächen- und Weidelandbewirtschaftung sowie der Wiederbegrünung, wenn ausgewählt, für das Basisjahr	687
11.5.3 Informationen zur Waldbewirtschaftung	688
11.6 WEITERE INFORMATIONEN	689
11.6.1 Hauptkategorienanalyse für Aktivitäten nach Artikel 3.3 und die gewählten Aktivitäten nach Artikel 3.4	689
11.7 INFORMATIONEN ZU ARTIKEL 6 (JI- & CDM-PROJEKTE / MANAGEMENT DER ERU)	689
12 INFORMATIONEN ZUR BUCHFÜHRUNG DER KYOTO-EINHEITEN	689
12.1 BACKGROUND INFORMATION	689

12.2 SUMMARY OF INFORMATION REPORTED IN THE SEF TABLES	690
12.3 DISCREPANCIES AND NOTIFICATIONS	690
12.4 PUBLICLY ACCESSIBLE INFORMATION	691
12.5 CALCULATION OF THE COMMITMENT PERIOD RESERVE	692
13 INFORMATIONEN ÜBER ÄNDERUNGEN IM NATIONALEN SYSTEMS	692
14 INFORMATIONEN ZU ÄNDERUNGEN IN DEN NATIONALEN REGISTERN	693
15 INFORMATIONEN ZUR MINIMIERUNG DER NEGATIVEN EINFLÜSSE NACH ARTIKEL 3, ABSATZ 14	696
16 WEITERE INFORMATIONEN	700
17 ANHANG 1: HAUPTKATEGORIEN DES DEUTSCHEN TREIBHAUSGASINVENTARS [TIER-2-ANALYSE ERST NACH DER RESSORTABSTIMMUNG AKTUALISIERBAR]	701
17.1 BESCHREIBUNG DER METHODEN ZUR FESTLEGUNG DER HAUPTKATEGORIEN	702
17.1.1 Tier-1-Verfahren	702
17.1.2 Tier-2-Verfahren	702
17.1.3 Bewertung qualitativer Kriterien	702
17.1.4 Hauptkategorien-Analyse für die Kyoto-Berichterstattung	703
18 ANHANG 2: DETAILLIERTE ERLÄUTERUNG DER METHODEN UND DATEN ZUR BERECHNUNG VON CO₂ EMISSIONEN AUS DER VERBRENNUNG VON BRENNSTOFFEN	705
18.1 DIE DEUTSCHE ENERGIEBILANZ	705
18.2 AUFBAU DER ENERGIEBILANZEN	706
18.3 METHODISCHE ASPEKTE: ENERGIEBEDINGTE AKTIVITÄTSRATEN	711
18.4 UNSICHERHEITEN, ZEITREIHENKONSISTENZ UND QUALITÄTSSICHERUNG DER ENERGIEBILANZ	712
18.4.1 Das Bilanzjahr 1990 und die Energiebilanzen für 1991 bis 1994	713
18.4.2 Qualitätsbericht der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen zur Erstellung der Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland	714
18.4.2.1 Hintergrund	714
18.4.2.2 Arbeitsteilung bei der Erstellung der Energiebilanzen	714
18.4.2.3 Qualität der verwendeten Datenquellen	715
18.4.2.4 Transparenz der Methoden und Verfahren	718
18.4.2.5 Kontrolle und Verifikation der Ergebnisse	719
18.4.2.6 Dokumentation und Archivierung	721
18.4.2.7 Qualifikation der Bearbeiter	722
18.4.2.8 Erläuterungen zur Aktualität bzw. zeitlichen Verfügbarkeit der amtlichen Statistiken und der Verbands- und sonstigen Daten für die Erstellung der Energiebilanzen	722
18.4.2.9 Methodische Änderungen ab 2010 und Revisionen 2003 bis 2009	726
18.4.2.9.1 Methodische Änderungen ab 2010	727
18.4.2.10 Vergleich der Schätzbilanz 2011 (vorl) mit der Energiebilanz 2010 (endg)	729
18.4.2.11 Vergleich der Energiebilanz 2010 (endg) mit der Schätzbilanz 2010 (vorl)	730
18.5 AKTIONSPLAN ENERGIEDATEN INVENTARVERBESSERUNG	731
18.6 UNSICHERHEITEN DER AKTIVITÄTSRATEN STATIONÄRER FEUERUNGSANLAGEN	737
18.7 CO₂-EMISSIONSFAKTOREN	737
18.7.1 Methodische Vorbemerkungen	737
18.7.2 Basis-Emissionsfaktoren für CO ₂	738
18.7.3 Ermittlung der Inventar-Emissionsfaktoren für CO ₂	738
18.8 ANALYSE DER CO₂-EMISSIONEN AUS DER NICHTENERGETISCHEN VERWENDUNG VON ENERGIETRÄGERN	750
19 ANHANG 3: WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR EINZELNE QUELL- UND SENKENKATEGORIEN, INKLUSIVE KP-LULUCF-AKTIVITÄTEN	754
19.1 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE ENERGIE (1)	754
19.1.1 Überarbeitung der Aktivitätsraten stationärer Feuerungsanlagen der neuen Bundesländer für das Jahr 1990 und der Folgejahre (1.A.1 und 1.A.2)	754
19.1.2 Energiewirtschaft (1.A.1)	754
19.1.2.1 Methodische Aspekte der Ermittlung der Emissionsfaktoren (Kapitel 3.2.6.2)	754

19.1.2.2 Methan-Emissionsfaktoren im Forschungsvorhaben RENTZ et al (2002)	758
19.1.2.3 CO ₂ -Emissionen aus der Abgasentschwefelung (CRF 1.A.1, Kalksteinbilanz)	758
19.1.3 Verkehr (1.A.3)	760
19.1.3.1 Verkehr - Ziviler Luftverkehr (1.A.3.a)	760
19.1.3.1.1 Ableitung der weiteren Emissionsfaktoren (1.A.3.a)	760
19.1.3.1.2 Detailübersicht der für Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren zugrunde gelegten Unsicherheiten (1.A.3.a)	764
19.1.3.2 Ableitung der Aktivitätsraten zum Straßenverkehr (1.A.3.b)	765
19.1.3.2.1 Abgleich auf die Energiebilanz	765
19.1.3.2.2 Zuordnung von Bio-Kraftstoffen, Petroleum sowie Erd- und Flüssiggas auf die Strukturelemente	767
19.1.3.2.3 Aktivitätsrate für Verdunstung	767
19.1.3.3 Ableitung der Emissionsfaktoren	768
19.1.3.3.1 Emissionsfaktoren aus TREMOD	768
19.1.3.3.2 Emissionsfaktoren für Biodiesel, Bio-Ethanol, Petroleum, Erd- und Flüssiggas	768
19.1.3.4 Ableitung der Daten für West- und Ostdeutschland 1994	768
19.2 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE INDUSTRIEPROZESSE (2)	769
19.2.1 Mineralische Produkte (2.A)	769
19.2.2 Chemische Industrie (2.B)	769
19.2.3 Metall Produktion (2.C)	769
19.2.4 Andere Produktion (2.D)	769
19.2.4.1 Zellstoff- und Papierherstellung (2.D.1)	769
19.2.4.1.1 Verfahren zur Fasergewinnung	769
19.2.4.1.2 Papier und Kartonherstellung	772
19.3 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE LÖSEMittel UND ANDERE PRODUKTVERWENDUNG (3)	774
19.4 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE LANDWIRTSCHAFT (4)	774
19.4.1 Verteilungen von Haltungs- Lager- und Ausbringungsverfahren sowie Weidegangdaten (CRF 4.A, 4.B, 4.D)	774
19.5 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELL-/SENKENKATEGORIE LANDNUTZUNGSÄNDERUNG UND FORSTWIRTSCHAFT (5)	786
19.5.1 Landnutzungsmatrix	786
19.5.1.1 Begründung der Entscheidung für ein stichprobenbasiertes System	786
19.5.1.2 Begründung der Entscheidung für das BWI-Raster	787
19.5.1.3 Umsetzung der Transition Time	788
19.5.2 Ermittlung der Emissionsfaktoren für den Mineralboden	789
19.5.2.1 Landnutzungskategorie Wald (Forest Land)	790
19.5.2.2 Landnutzungskategorien Ackerland, Grünland, Feuchtgebiete, Siedlungen und Sonstiges Land	791
19.5.2.2.1 Allgemein zu 5.B - 5.F	791
19.5.2.2.2 Ackerland	791
19.5.2.2.3 Grünland	792
19.5.2.2.4 Terrestrische Feuchtgebiete, Siedlungen und Sonstige Flächen	793
19.5.2.2.5 Unsicherheiten	793
19.5.2.3 Geplante Verbesserungen	794
19.5.3 Ableitung der Berechnungsgrößen (Emissionsfaktoren) für die Biomasse	794
19.5.3.1 Perennierende Ackerkulturen	794
19.5.3.1.1 Obstbäume	794
19.5.3.1.2 Weihnachtsbaumplantagen	797
19.5.3.1.3 Wein	798
19.5.3.1.4 Mittlerer Kohlenstoffvorrat in der Biomasse von perennierenden Ackerkulturen	798
19.5.4 Unsicherheiten	799
19.6 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE ABFALL UND ABWASSER (6)	809
19.6.1 Abfall (6.A)	809
19.6.2 Abwasser (6.B) –Angaben zur Bestimmung der Emissionsfaktoren der Abwasser- und Schlammbehandlung (6.B.2)	809
19.6.3 Bestimmung der Lachgasemissionen in der Abwasserbehandlung (6.B.2)	809

20 ANHANG 4: CO₂ REFERENZVERFAHREN UND VERGLEICH MIT DEM SEKTORANSATZ UND RELEVANTE INFORMATIONEN ZUR NATIONALEN ENERGIEBILANZ	810
21 ANHANG 5: ÜBERPRÜFUNG DER VOLLSTÄNDIGKEIT UND DER POTENTIELL NICHT ERFASSTEN QUELLEN UND SENKEN VON TREIBHAUSGASEMISSIONEN	811
22 ANHANG 6: ZUSATZINFORMATIONEN ALS BESTANDTEIL DES NIR ODER ANDERE HILFREICHE REFERENZINFORMATIONEN	816
22.1 ZUSATZINFORMATIONEN ZUR INVENTARERSTELLUNG UND ZUM NATIONALEN SYSTEM	816
22.1.1 Festlegungen im Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung	816
22.1.2 Zusatzinformationen zum Qualitätssystem Emission	819
22.1.2.1 Mindestanforderungen an ein System zur Qualitätskontrolle und –sicherung	819
22.1.2.1.1 Einführung	819
22.1.2.1.2 System zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung	819
22.1.2.1.3 Zuständige Stelle für die Koordinierung der QK/QS Aktivitäten	820
22.1.2.1.4 QK/QS Plan	821
22.1.2.1.5 Allgemeine Qualitätskontrolle	821
22.1.2.1.6 Quellgruppenspezifische Qualitätskontrolle	822
22.1.2.1.7 Verfahren zur Qualitätssicherung	823
22.1.2.1.8 Verfahren zur Berichterstattung	823
22.1.2.1.9 Dokumentation und Archivierung	823
22.1.2.1.10 Anlage 1: Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei der Emissionsberichterstattung im Umweltbundesamt	825
22.1.2.1.10.1 Einführung	825
22.1.2.1.10.2 System zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung	825
22.1.2.1.10.2.1 Zuständige Stelle für die Koordinierung der QK/QS Aktivitäten im UBA	825
22.1.2.1.10.2.2 Verfahren zur Berichterstattung	826
22.1.2.1.10.3 QK-Plan, QS-Plan und Inventarplan	828
22.1.2.1.10.4 Verfahren zur allgemeinen und quellgruppenspezifischen Qualitätskontrolle	830
22.1.2.1.10.5 Verfahren zur Qualitätssicherung	831
22.1.2.1.10.6 Dokumentation und Archivierung	831
22.1.2.1.11 Anhang 2: Beispiel einer allgemeinen Checkliste für die Rolle Fachverantwortlicher	832
22.1.3 Das Datenbanksystem Zentrales System Emissionen	836
22.2 ERGÄNZENDEN INFORMATIONEN WIE NACH ARTIKEL 7, ABSATZ 1 DES KYOTO-PROTOKOLLS GEFORDERT	837
22.2.1 KP-LULUCF	837
22.2.2 Standard Electronic Format (SEF) Tabellen	837
22.2.2.1 Standard Electronic Format for the reported year 2011	837
22.2.2.2 Discrepant transactions	845
22.2.3 Detailliertere Informationen über das nationale System und Änderungen im nationalen System	846
22.2.4 Weitere detaillierte Informationen zu den Nationalen Registern und der Buchführung der Kyoto-Einheiten	846
22.3 ZUSATZINFORMATIONEN ZU DEN TRENDS DER TREIBHAUSGASE	846
23 ANHANG 7: TABELLE 6.1 DER IPCC GOOD PRACTICE GUIDANCE	854
24 REFERENZEN	860

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland seit 1990, nach Treibhausgasen'	60
Abbildung 2:	Emissionsentwicklung in Deutschland seit 1990, nach Quellgruppen'	63
Abbildung 3:	Relative Entwicklung der Treibhausgasemissionen seit 1990 nach Quellgruppen'	64
Abbildung 4:	Struktur des Nationalen Systems Emissionen (NaSE)	69
Abbildung 5:	NaSE - Ziele und Instrumente	71
Abbildung 6:	Übersicht über den Prozess der Emissionsberichterstattung	77
Abbildung 7:	QSE - Rollen Aufgaben und Arbeitsabläufe	87
Abbildung 8:	NaSE & QSE - Steuerung und Dokumentation	88
Abbildung 9:	Verfahrensablauf für die jährliche Inventar-Verifikation mit ETS-Monitoring-Daten	91
Abbildung 10:	Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen im Energiebereich	92
Abbildung 11:	Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Industrieprozesse	95
Abbildung 12:	Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus der Lösemittel- und anderen Produktverwendung	98
Abbildung 13:	Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft	99
Abbildung 14:	Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) und KP-LULUCF	100
Abbildung 15:	Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Abfall und Abwasser	101
Abbildung 16:	Relative Entwicklung der Treibhausgase gegenüber 1990	123
Abbildung 17:	Relative Entwicklung der F-Gase gegenüber 1995	126
Abbildung 18:	Emissionsentwicklung der indirekten Treibhausgase und von SO ₂	130
Abbildung 19:	Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 1	132
Abbildung 20:	Merkmale der UBA-Struktur der Bilanz der Emissionsursachen zur Disaggregation der Energiebilanz	135
Abbildung 21:	Schema der Datenquellen für den Brennstoffeinsatz von Abfällen zur energetischen Nutzung im Rahmen des Treibhausgas-Emissionsinventars	137
Abbildung 22:	CO ₂ -Emissionen in Deutschland – Vergleich nationaler und internationaler Berechnungsergebnisse	140
Abbildung 23:	CO ₂ -Emissionen in Deutschland – Vergleich der relativen Abweichungen nationaler und internationaler Berechnungsergebnisse	140
Abbildung 24:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen des von Deutschland abgehenden internationalen Flugverkehrs 1990 - 2011	145
Abbildung 25:	Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Internationalen Seeverkehrs 1990 - 2011	148
Abbildung 26:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.a	152
Abbildung 27:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.b	161
Abbildung 28:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.c	165
Abbildung 29:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen in Quellgruppe 1.A.2.a	171
Abbildung 30:	Entwicklung der Brennstoffeinsätze der Quellgruppe 1.A.2.f	179
Abbildung 31:	Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des nationalen Flugverkehrs 1990- 2011	190

Abbildung 32:	Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Schienenverkehrs 1990-2011 (ohne Emissionen aus der Erzeugung von Bahnstrom)	204
Abbildung 33:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen der Binnenschifffahrt 1990 – 2011	209
Abbildung 34:	Änderung der Gesamtemission von 1.A.4 in Abhängigkeit von der Temperatur	218
Abbildung 35:	Verlauf des Energieverbrauchs von 1.A.4 nach 4 Brennstoffkategorien.....	219
Abbildung 36:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen der Quellgruppe 1.A.5	227
Abbildung 37:	Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des militärischen Verkehrs 1990-2011 ..	229
Abbildung 38:	Emissionen für CO ₂ , CH ₄ , NMVOC, SO ₂ und CO der Quellgruppe 1.B.	232
Abbildung 39:	Gegenüberstellung von verwertetem und emittiertem CH ₄ aus Grubengas	241
Abbildung 40:	Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 2.....	269
Abbildung 41:	Zeitlicher Verlauf und Quellgruppenzuordnung der aus dem Reduktionsmitteleinsatz zur Primärstahlerzeugung bzw. Gichtgasaufkommen resultierenden CO ₂ -Emissionen	308
Abbildung 42:	Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 3.....	386
Abbildung 43:	Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 4.....	396
Abbildung 44:	Logik der nationalen Methodik für die Emissionsberechnungen in der Tierhaltung am Beispiel der Milchkuh. („Leistungsindikator“ steht hier für die Summe aus leistungs- und erhaltungsbedingtem Bedarf.)	397
Abbildung 45:	Konzept, thematische Inhalte und räumliche Auflösung des GAS-EM Modells.....	398
Abbildung 46:	Zeitreihen der Treibhausgasemissionen und –senken [Gg CO ₂ -Equivalents] im LULUCF-Sektor seit 1990, unterschieden nach Unterkategorien.....	472
Abbildung 47:	Zeitreihen der Treibhausgasemissionen und –senken [Gg CO ₂ -Equivalents] im LULUCF-Sektor seit 1990, unterschieden nach Quellgruppen.....	472
Abbildung 48:	Zeitreihen der Treibhausgasemissionen und –senken [Gg CO-Equivalents] im LULUCF-Sektor seit 1990, unterschieden nach Treibhausgasen (GHG)	473
Abbildung 49:	Schematische Darstellung der Zuordnung von Stichprobenpunkten zu einer Landnutzungskategorie	481
Abbildung 50:	Entscheidungsbäume für die Jahre 1990, 2000, 2005, 2008, 2011.....	485
Abbildung 51:	Treibhausgasemissionen [Gg CO ₂ -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Wäldern von 1990 – 2011 nach Subkategorien	500
Abbildung 52:	Treibhausgasemissionen [Gg CO ₂ -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Wäldern von 1990 – 2011 nach Pools.....	500
Abbildung 53:	Kohlenstoffvorräte und -veränderung für die unterirdische und oberirdische Biomasse im Wald für die Jahre 1987/1993, 2002 und 2008	507
Abbildung 54:	Rohholzaufkommen im Wald nach Holzeinschagsstatistik des Statistischen Bundesamtes jährlich und für die Perioden 1991 bis 2001 und 2002 bis 2011	508
Abbildung 55:	Altersklassenstruktur der Wälder in Deutschland zum Zeitpunkt 1990, 2002 und 2008.....	509
Abbildung 56:	Regression zwischen C-Vorräten (0-30cm) der BZE II / BioSoil-Daten und der BZE I (links) sowie die identifizierten Ausreißer anhand der Residuen-Analyse durch Student-Residuen (rechts) und den “high leverage“-Punkten (rechts) am Beispiel der neu gebildeten Leitbodeneinheit	522
Abbildung 57:	Emissionen aus der Kalkung von Wäldern	524
Abbildung 58:	Waldbrandflächen zwischen 1990 und 2011 (nach BLE, 2011).....	525
Abbildung 59:	Treibhausgasemissionen [Gg CO ₂ -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Ackerland von 1990 – 2011 nach Subkategorien.....	550

Abbildung 60:	Treibhausgasemissionen [Gg CO ₂ -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Ackerland von 1990 – 2011 nach Pools	550
Abbildung 61:	CO ₂ -Emissionen [Gg CO ₂ -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus dem Grünland i.e.S. Deutschlands von 1990 – 2011, dargestellt nach Subkategorien	564
Abbildung 62:	CO ₂ -Emissionen [Gg CO ₂ -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus dem Grünland i.e.S. Deutschlands von 1990 – 2011, dargestellt nach Pools	564
Abbildung 63:	CO ₂ -Emissionen [Gg CO ₂ -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Gehölzflächen Deutschlands von 1990 – 2011, dargestellt nach Subkategorien	565
Abbildung 64:	CO ₂ -Emissionen [Gg CO ₂ -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Gehölzflächen Deutschlands von 1990 – 2011, dargestellt nach Pools	566
Abbildung 65:	CO ₂ -Emissionen [Gg CO ₂ -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Feuchtgebieten Deutschlands von 1990 – 2011, dargestellt nach Subkategorien	578
Abbildung 66:	CO ₂ -Emissionen [Gg CO ₂ -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus den Feuchtgebieten Deutschlands von 1990 – 2011, dargestellt nach Pools	579
Abbildung 67:	CO ₂ -Emissionen [Gg CO ₂ -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Siedlungen von 1990 – 2011, dargestellt nach Subkategorien	588
Abbildung 68:	CO ₂ -Emissionen [Gg CO ₂ -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Siedlungen Deutschlands von 1990 – 2011, dargestellt nach Pools	589
Abbildung 69:	Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 6	597
Abbildung 70:	Die Veränderung der Entsorgungspfade des Hausmülls zwischen 1990 und 2011 mit Zwischenjahren	599
Abbildung 71:	Trend in der Zusammensetzung des Hausmülls (ABL) zwischen 1980 und 2009	603
Abbildung 72:	Trend in der Zusammensetzung des Sperrmülls (ABL) zwischen 1980 und 2008	603
Abbildung 73:	Änderung der Gesamtemissionen über alle Kategorien im Vergleich zur Submission 2012 für die gesamte Zeitreihe	629
Abbildung 74:	Rückrechnung der Gesamtemission der einzelnen Treibhausgase über alle Quellgruppen im Vergleich zur Submission 2012, für die gesamte Zeitreihe	630
Abbildung 75:	Rückrechnungen aller Treibhausgase 1990	633
Abbildung 76:	Rückrechnungen aller Treibhausgase 2010	635
Abbildung 77:	Schema zur Unterscheidung zwischen Ernte oder Waldzerstörung, die von Wiederaufforstung gefolgt sind, und Entwaldung	684
Abbildung 79:	Zeilenstruktur der Energiebilanzen bis 1994 sowie ab 1995	708
Abbildung 80:	Energieträger der Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland	710
Abbildung 81:	Basis- und Inventar-Emissionsfaktoren für CO ₂	737
Abbildung 82:	Methodik der Emissionsfaktorenberechnung	756
Abbildung 83:	Übersicht zum gesamten Prozess der Emissionsberichterstattung	827
Abbildung 84:	Steuerung und Dokumentation im Rahmen des NaSE und des QSE	829

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe	61
Tabelle 2:	Anteile an der Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe	62
Tabelle 3:	Global Warming Potential (GWP) der Treibhausgase	84
Tabelle 4:	QSE - Rollen und Verantwortlichkeiten	86
Tabelle 5:	Anzahl der Quellgruppen und Hauptkategorien	103
Tabelle 6:	Ergebnis der Hauptkategorienanalyse KP-LULUCF	104
Tabelle 7:	Hauptkategorien für Deutschland gemäß Tier 1-Ansatz	105
Tabelle 8:	Hauptkategorien für Deutschland, die sich nur aufgrund des Tier 2-Ansatzes ergeben	106
Tabelle 9:	Inventarplan 2013	108
Tabelle 10:	Inventarplan - erledigte Handlungsbedarfe/Verbesserungen	110
Tabelle 11:	Inventarplan - offene bzw. in Bearbeitung befindliche Handlungsbedarfe	112
Tabelle 12:	Emissionen von direkten und indirekten Treibhausgasen und SO ₂ in Deutschland seit 1990	122
Tabelle 13:	Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO ₂ in Deutschland seit dem jeweiligen Bezugsjahr	122
Tabelle 14:	Veränderungen der Treibhausgas-Emissionen in Deutschland nach Quellgruppen, seit 1990 / seit dem jeweils letzten Jahr	128
Tabelle 15:	Emissionen von 2010 und 2011 für die KP-LULUCF-Aktivitäten Aufforstung und Entwaldung unter Artikel 3.3 und Waldbewirtschaftung unter Artikel 3.4.	130
Tabelle 16:	Vergleich der CO ₂ -Inventare mit anderen unabhängigen nationalen und internationalen Ergebnissen	139
Tabelle 17:	Vergleich der Ergebnisse der CO ₂ -Berechnungen der einzelnen Bundesländer mit den Bundesinventaren	142
Tabelle 18:	Entwicklung des internationalen Anteils am Gesamt-Kerosinverbrauch	145
Tabelle 19:	Revision des Anteils des internationalen Flugverkehrs am gesamten Kerosinabsatz in D, 2007-2010	146
Tabelle 20:	resultierende Revision des Kerosinverbrauchs des internationalen Flugverkehrs ab D, 2007-2010	146
Tabelle 21:	resultierende Revision der Menge mitverbrannter Schmierstoffe 2007-2009	146
Tabelle 22:	resultierende Neuberechnung der THG-Emissionen des internationalen Flugverkehrs für die Jahre 2007 bis 2010	146
Tabelle 23:	verwendete Aktivitätsdaten der Nationalen Energiebilanzen	148
Tabelle 24:	jährliche Bunkermengen (in TJ) des von D ausgehenden internationalen Seeverkehrs	149
Tabelle 25:	jährlich durch den von D ausgehenden internationalen Seeverkehr mitverbrannte Schmierstoffe (in TJ)	149
Tabelle 26:	Korrektur der eingesetzten Menge Schweröl nach Revision der Energiebilanz 2010	150
Tabelle 27:	resultierende Neuberechnungen der Treibhausgasemissionen 2010	150
Tabelle 28:	CO ₂ -Emissionen aus der Gichtgasverbrennung in öffentlichen Kraftwerken	155
Tabelle 29:	Technologische Emissionsfaktoren für Lachgas aus GFA	156
Tabelle 30:	Technologische Emissionsfaktoren für Lachgas aus Anlagen < 50 MW FWL	156

Tabelle 31:	Quellenspezifische Rückrechnungen CRF 1.A.1.a	160
Tabelle 32:	Rückrechnungen in CRF 1.A.1.b.....	163
Tabelle 33:	CO ₂ -Emissionen aus der Gichtgasverbrennung in Kokereien	167
Tabelle 34:	Rückrechnungen in CRF 1.A.1.c.....	168
Tabelle 35:	Rückrechnungen in CRF 1.A.2.a.....	173
Tabelle 36:	Rückrechnungen in CRF 1.A.2.b.....	175
Tabelle 37:	Rückrechnungen in CRF 1.A.2.f Zement	182
Tabelle 38:	Rückrechnungen für CO ₂ in CRF 1.A.2.f Sonstige.....	189
Tabelle 39:	Entwicklung des auf innerdeutsche Flüge entfallenden an den gesamten Inlandsablieferungen für Kerosin, ab 1990	192
Tabelle 40:	Emissionsfaktoren für Flugbenzin (1990-2011).....	193
Tabelle 41:	Revision des Anteils des innerdeutschen Flugverkehrs am inländischen Kerosinabsatz 2007-2010	195
Tabelle 42:	Neuberechnung des Kerosinverbrauchs des innerdeutschen Flugverkehrs 2007- 2010.....	195
Tabelle 43:	Revision der Menge mitverbrannter Schmierstoffe 2007-2010.....	195
Tabelle 44:	Auswirkungen der beschriebenen Überarbeitungen des Inventars auf die berichteten Treibhausgas-Emissionen, ab 2007	196
Tabelle 45:	Emissionen des Straßenverkehrs (alle Angaben in Gg)	198
Tabelle 46:	Unterscheidung von Minderungstechniken im Straßenverkehr	199
Tabelle 47:	Revision der durch den Straßenverkehr verbrauchten Dieselmengen, ab 2005	201
Tabelle 48:	Revision der durch den Straßenverkehr verbrauchten Biodiesel-Mengen, ab 2005	201
Tabelle 49:	Revision der durch den Straßenverkehr verbrauchten Bioethanol-Mengen, ab 2005.....	201
Tabelle 50:	Revision der durch den Straßenverkehr verbrauchten Mengen Ottokraftstoff, Erd- und Flüssiggas, 2010	202
Tabelle 51:	Revision der mitverbrannten Schmierstoff-Mengen, ab 2008.....	202
Tabelle 52:	resultierende Neuberechnung der CO ₂ -Emissionen aus fossilen Kraftstoffen, ab 2005.....	202
Tabelle 53:	resultierende Neuberechnung der CO ₂ -Emissionen aus Biokraftstoffen, ab 2005	202
Tabelle 54:	resultierende Neuberechnung der CO ₂ -Emissionen aus mitverbrannten Schmierstoffen, ab 2008	202
Tabelle 55:	resultierende Neuberechnung der Methan-Emissionen, ab 1990.....	203
Tabelle 56:	resultierende Neuberechnung der Gesamt-THG-Emissionen (ohne CO ₂ aus Biomasse), ab 1990	203
Tabelle 57:	Quellennachweis für AR in 1.A.3.c	205
Tabelle 58:	Gegenüberstellung der verwendeten EF und Default- EF und vorhandener Default-EF	206
Tabelle 59:	Korrektur des Dieseleinsatzes, ab 2005	207
Tabelle 60:	Korrektur des Biodieseleinsatzes, ab 2004.....	207
Tabelle 61:	resultierende Korrektur der Menge mitverbrannter Schmierstoffe, ab 2005	207
Tabelle 62:	Korrektur des EF(CH ₄) für Diesel und Biodiesel, 2010	208
Tabelle 63:	resultierende Neuberechnung der THG-Emissionen (ohne CO ₂ aus Biodiesel), ab 2005.....	208
Tabelle 64:	resultierende Neuberechnung der CO ₂ -Emissionen aus dem Einsatz von Biodiesel, ab 2004.....	208
Tabelle 65:	Quellennachweis für die verwendeten Aktivitätsdaten	210

Tabelle 66:	Korrektur des Dieseleinsatzes, ab 2005	212
Tabelle 67:	Korrektur des Biodieseleinsatzes, ab 2005	212
Tabelle 68:	Anpassung der Menge der mitverbrannter Schmierstoffe, 2010	212
Tabelle 69:	resultierende Neuberechnung der THG-Emissionen (ohne CO ₂ aus Biodiesel), ab 2005.....	212
Tabelle 70:	resultierende Neuberechnung der CO ₂ -Emissionen aus dem Einsatz von Biodiesel, ab 2005	212
Tabelle 71:	Revision des für der 13.BImSchV unterliegende Erdgasverdichter verwendeten Emissionsfaktors für Lachgas, ab 2004	216
Tabelle 72:	Neuberechnung der Lachgas-Emissionen der Erdgasverdichterstationen, ab 2004.....	216
Tabelle 73:	Neuberechnung der durch den Bauwirtschaftlichen Verkehr verbrauchten Mengen an Ottokraftstoff, ab 1995.....	216
Tabelle 74:	Anpassung der durch den Bauwirtschaftlichen Verkehr verbrauchten Mengen an Dieselkraftstoff an die revidierte Energiebilanz 2010	216
Tabelle 75:	resultierende Neuberechnung der Treibhausgas-Emissionen, ab 1995.....	217
Tabelle 76:	Sektorale Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen der Haushalte und Kleinverbraucher für das Bezugsjahr 2005	222
Tabelle 77:	Sektorale Emissionsfaktoren für mobile Quellen der Haushalte, des landwirtschaftlichen Verkehrs sowie der Fischerei.....	222
Tabelle 78:	Emissionsberechnung mit landesspezifischen Tier 2/3 Emissionsfaktoren und mit den Tier 1 Default-Emissionsfaktoren nach (IPCC 2006)	224
Tabelle 79:	Rückrechnungen in CRF 1.A.4 (stationär & mobil)	225
Tabelle 80:	Anpassung der in Sektor 1.A.4 verbrauchten Mengen an Dieselkraftstoff sowie der durch die mobilen Quellen der Haushalte verbrauchten Mengen an Ottokraftstoff an die revidierte Energiebilanz 2010	225
Tabelle 81:	Neuberechnung der durch den Landwirtschaftlichen Verkehr verbrauchten Mengen an Ottokraftstoff, ab 1995.....	226
Tabelle 82:	resultierende Anpassung der in Sektor 1.A.4 verbrauchten Mengen an Ottokraftstoff (inkl. der Anpassung für die mobilen Quellen der Haushalte für 2010)	226
Tabelle 83:	resultierende Neuberechnung der Treibhausgasemissionen für den gesamten Sektor 1.A.4, ab 1990.....	226
Tabelle 84:	Sektorale Emissionsfaktoren für das Militär	229
Tabelle 85:	Zuordnung von Methanemissionen zu Bereichen des CRF	233
Tabelle 86:	Berechnung von Methanemissionen aus dem Kohlenbergbau für 2009	234
Tabelle 87:	Emissionsfaktoren für CH ₄ aus dem Kohlenbergbau für das Jahr 2011	237
Tabelle 88:	Emissionsreduktion durch Heißfackel (2009-10) [DEHSt 2012]; für 2011: Meldung des GVSt	241
Tabelle 89:	Übersicht über die rückgerechneten Emissionen (DMT, 2011) – die Werte für das Jahr 2010 wurden von UBA-Experten geschätzt	243
Tabelle 90:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.i	244
Tabelle 91:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.ii „Förderung“	246
Tabelle 92:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.ii „Aufbereitung“	246
Tabelle 93:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.iii „Transport“	247
Tabelle 94:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.iii „Lagerung von Rohöl in Tanklagern von Raffinerien“	249

Tabelle 95:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.iii „Lagerung von flüssigen Mineralölprodukten in raffineriefernen Tanklagern“	249
Tabelle 96:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.iii „Lagerung von gasförmigen Mineralölprodukten in raffineriefernen Tanklagern“	250
Tabelle 97:	Aktivitätsraten zur Berechnung der Emissionen unter 1.B.2.a.v	252
Tabelle 98:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.iv „Umschlag von Ottokraftstoff von Tankwagen in Tanklager (nach 20.BImSchV)“	253
Tabelle 99:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.iv „Betankung von Fahrzeugen und Heizkesseltanks“	253
Tabelle 100:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.ii „Trocknung und Aufbereitung von Erdgas“	257
Tabelle 101:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.ii „Aufbereitung von Erdgas“	257
Tabelle 102:	Verwendete Methan-Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.iii „Weiterleitung“	259
Tabelle 103:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.iii „Speicherung von Erdgas“	259
Tabelle 104:	Gasverteilungsnetz und verursachte Methanemissionen	260
Tabelle 105:	Struktur des Gasverteilungsnetzes	261
Tabelle 106:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.iv „Zwischenspeicherung von Erdgas“	262
Tabelle 107:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.iv „Erdgastankstellen und Erdgastanks in Fahrzeugen“	262
Tabelle 108:	Verwendete Methan-Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.v „diffuse Emissionen bei Erdgas-Anwendern“	263
Tabelle 109:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.c.i „Fackelemissionen an Erdölförderanlagen“	265
Tabelle 110:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.c.i „Fackelemissionen an Raffinerien“	265
Tabelle 111:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.c.i „Fackelemissionen bei der Erdgasförderung“	266
Tabelle 112:	Produktion und CO ₂ -Emissionen der deutschen Zementindustrie	271
Tabelle 113:	Produktion und CO ₂ -Emissionen der deutschen Kalkindustrie (nach Rekalkulation – s. 4.2.2.5)	274
Tabelle 114:	Kalksteinbilanz für die Verwendung von Kalkstein in Bereichen mit und ohne Emissionsrelevanz an Kohlendioxid	277
Tabelle 115:	CO ₂ -Emissionen aus der Verwendung von Kalkstein (Überblick 2.A.3)	277
Tabelle 116:	Gegenüberstellung der nach GL 1996 emissionsrelevanten Bilanzposten (Berichtskategorie 2.A.3) für das Jahr 2008 aus Modellrechnungen spezifischer Kennzahlen („aus Kennzahlen“) und aus statistischen Angaben („statistisch“)	279
Tabelle 117:	Aktivitätsraten und nutzungsbedingte CO ₂ -Emissionen außerhalb der Glasindustrie seit 1990	281
Tabelle 118:	Herstellung und Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen mit Bitumen und dazugehörige AR und EF	284
Tabelle 119:	Emissionsfaktoren bei der Herstellung Asphaltmischgut	286
Tabelle 120:	Aktivitätsraten und prozessbedingte CO ₂ -Emissionen seit 1990	287
Tabelle 121:	Glas: Aktivitätsraten der einzelnen Branchensektoren (Glassorten)	288

Tabelle 122:	Scherbenanteil der einzelnen Glassorten	288
Tabelle 123:	CO ₂ -Emissionsfaktoren für verschiedene Glassorten (berechnet im Vergleich mit Angaben des CORINAIR-Handbuchs)	289
Tabelle 124:	Aktivitätsraten und prozessbedingte CO ₂ -Emissionen der keramischen Industrie (CRF 2.A.7.b) (gerundet).....	291
Tabelle 125:	naionale Emissionsfaktoren für CH ₄ aus sonstigen Prozessen der Chemischen Industrie.....	303
Tabelle 126:	In Deutschland verwendete Emissionsfaktoren für sonstige Schadstoffe	303
Tabelle 127:	Meldenummern der Produktionsstatistik	304
Tabelle 128:	CO ₂ -Emissionen aus der Primärstahlerzeugung (einschließlich Gichtgasnutzung) ..	309
Tabelle 129:	Kalksteineinsatz und daraus resultierende CO ₂ -Emissionen bei der Sinter- und Roheisenerzeugung	310
Tabelle 130:	Insgesamt unter 2.C.1 zu berichtende prozessbedingte Emissionen	311
Tabelle 131:	AR und prozessbedingte EF der Primäraluminiumproduktion im Jahr 2010	314
Tabelle 132:	IPCC Default Emissionsfaktoren für SO ₂ , NO _x CO, NMVOC aus der Produktion von Zellstoff	321
Tabelle 133:	Reale Emissionsfaktoren der deutschen Anlagen aus der Produktion von Zellstoff. (deutscher Beitrag zur Revision des BVT-Merkblattes für die Papier und Zellstoffindustrie 2007)	321
Tabelle 134:	Zellstoff- und Papierherstellung, produzierte Mengen	321
Tabelle 135:	Aktualisierte Aktivitätsdaten der Spanplattenindustrie (2.D.3)	322
Tabelle 136:	NMVOC-Emissionen aus der Nahrungsmittelindustrie (2 D 2) im Jahr 2011	324
Tabelle 137:	Überblick über Methoden und verwendete Emissionsfaktoren für das aktuelle Berichtsjahr in der Quellgruppe 2.F - <i>Verbrauch von HFKW, FKW und SF₆</i>	329
Tabelle 138:	Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR, der EM und der EF in der Produktion, der Anwendung und der Entsorgung von C ₂ F ₆ , C ₃ F ₈ , HFKW-125, HFKW-134a, HFKW-143a, HFKW-152a, HFKW-23 und HFKW-32 in der Gewerbekälte (Subquellgruppe 2.F.1.b).	349
Tabelle 139:	Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR, der EM und der EF in der Produktion, der Anwendung und der Entsorgung von C ₂ F ₆ , HFKW-125, HFKW-134a, HFKW-143a, HFKW-227ea, HFKW-23 und HFKW-32 in der Industriekälte (Subquellgruppe 2.F.1.d).	354
Tabelle 140:	Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR, der EM und der EF in der Produktion, der Anwendung und der Entsorgung von HFKW-125, HFKW-134a, HFKW-143a und HFKW-32 bei Stationären Klimaanlageanlagen (Subquellgruppe 2.F.1.e).	358
Tabelle 141:	Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR, der EM und der EF in der Produktion, der Anwendung und der Entsorgung von HFKW-134a bei Mobilen Klimaanlageanlagen (Subquellgruppe 2.F.1.f).	362
Tabelle 142:	Inventardaten 2011 der Quellgruppe 2.F.7 mit Unterquellgruppen	375
Tabelle 143:	CRF-Tierkategorien und die für die deutsche Emissionsberichterstattung verwendete Unterteilung	400
Tabelle 144:	Zahl der in die deutsche Berichterstattung eingehenden Tierplätze (4.A, 4.B) in 1.000.....	404
Tabelle 145:	Mittlere Tiergewichte (4.B).....	405
Tabelle 146:	Mittlere tägliche Milchleistung bei Milchkühen (4.A)	405
Tabelle 147:	Mittlere tägliche Gesamtenergie-Aufnahme (GE) (4.A)	406

Tabelle 148:	Tägliche Trockenmasseaufnahme (4.B(a)s1)	406
Tabelle 149:	Verdaulichkeit von organischer Substanz im Futter (4.B(a)s1)	407
Tabelle 150:	Aschegehalt des Futters.....	407
Tabelle 151:	Die für den NIR 2013 und NIR 2012 berechneten N-Ausscheidungen pro Tierplatz und Jahr (4.B(b)).....	409
Tabelle 152:	Jahressummen der N-Ausscheidungen für güllebasierte Systeme (4.B(b))	410
Tabelle 153:	Jahressummen der N-Ausscheidungen für strohbasierte Systeme (4.B(b))	410
Tabelle 154:	Jahressummen der N-Ausscheidungen bei Weidegang (4.B(b)).....	411
Tabelle 155:	Tägliche VS-Ausscheidung für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel (ohne Gänse)(4.B(a)s1)	412
Tabelle 156:	Tägliche VS-Ausscheidung pro Tierplatz für Schafe, Ziegen, Pferde, Esel und Maultiere, Büffel und Geflügel (ohne Gänse) (4.B(a)s1).....	412
Tabelle 157:	Relative Anteile güllebasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)	414
Tabelle 158:	Relative Anteile strohbasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2) ...	414
Tabelle 159:	Weidegang: relative Haltungssystem-Anteile in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2).....	415
Tabelle 160:	Jahressummen des N-Eintrags durch Einstreu in strohbasierten Systemen (4.B(b))	416
Tabelle 161:	Maximale Methan-Bildungskapazität B_0	416
Tabelle 162:	Maximale Methan-Bildungskapazität B_0 für Geflügel (4.B(a)s1)	417
Tabelle 163:	Im deutschen Inventar verwendete Methan-Umwandlungsfaktoren MCF für Rinder (4.B(a)s1). Fettgedruckte Werte nach DÄMMGEN et al. (2012a); weitere Details: siehe Text.	417
Tabelle 164:	Im deutschen Inventar verwendete Methan-Umwandlungsfaktoren MCF für Schweine (4.B(a)s1). Fettgedruckte Werte nach DÄMMGEN et al. (2012a)	418
Tabelle 165:	Im deutschen Inventar verwendete Methan-Umwandlungsfaktoren MCF für Schafe, Ziegen und Büffel (4.B(a)s1)	418
Tabelle 166:	Mittlere Methan-Umwandlungsfaktoren (MCF) für güllebasierte Systeme bei Milchkühen, übrigen Rindern und Schweinen (4.B(a)s2).....	419
Tabelle 167:	Mittlere Methan-Umwandlungsfaktoren (MCF) für strohbasierte Systeme bei Milchkühen, übrigen Rindern und Schweinen (4.B(a)s2).....	419
Tabelle 168:	Die dem NIR 2013 zugrunde liegenden Anteile der in Biogasanlagen vergorenen Gülle, getrennt nach Rinder- und Schweingülle sowie für die Güllegesamtmenge (in %)	420
Tabelle 169:	Relative Anteile der Gärrestelagerung in gasdichten und nicht gasdichten Lagern für Rindergülle (in % der gesamten Rindergülle)	421
Tabelle 170:	Relative Anteile der Gärrestelagerung in gasdichten und nicht gasdichten Lagern für Schweinegülle (in % der gesamten Schweinegülle)	422
Tabelle 171:	Den direkten N_2O -Emissionen zugrunde liegende N-Mengen (4.Ds1.1.1 bis 4.Ds1.1.4)	423
Tabelle 172:	Der direkten N_2O -Berechnung zugrunde liegenden Flächen der bewirtschafteten organischen Böden in NIR 2013 und NIR 2012 (4.Ds1.1.5)	424
Tabelle 173:	Im Inventar berechnete Summen der NH_3 - und NO -Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft, die der Berechnung der depositionsbedingten indirekten N_2O -Emission zugrunde liegen.....	424
Tabelle 174:	N_2O aus Deposition: Der Berechnung zugrunde liegender reaktiver Stickstoff N_{reac} (4.Ds1.3.1)	424

Tabelle 175:	Ausgewaschene N-Menge (incl. Oberflächenabfluss) (4.Ds1.3.2)	425
Tabelle 176:	Gesamtunsicherheitsberechnung für die Emissionen des Sektors 4 (Tierhaltung und Nutzung landwirtschaftlicher Böden).....	427
Tabelle 177:	CH ₄ -Emissionsfaktoren aus der Tierhaltung (Verdauung) (4.A.1.a)	433
Tabelle 178:	CH ₄ -Emissionsfaktoren (Verdauung) bei den übrigen Rindern für 2011 im Vergleich mit den Defaultwerten für West-Europa nach IPCC (1996b)-4.11, Table 4-4 und IPCC (2006)-10.29, Table 10.11.....	433
Tabelle 179:	Im Inventar verwendete Emissionsfaktoren (Verdauung) für Schafe, Ziegen, Großpferde, Kleinpferde und Ponys, Esel und Maultiere sowie Büffel	433
Tabelle 180:	CH ₄ -Emissionen E _{CH₄} aus der Tierhaltung (Verdauung) (4s1.A)	434
Tabelle 181:	CH ₄ -Emissionen aus der Verdauung (4.A.1.a).....	434
Tabelle 182:	Methan-Emissionen aus der Verdauung bei Milchkühen verschiedener Länder im Vergleich des resultierenden Emissionsfaktors (<i>IEF</i>) für 2010	435
Tabelle 183:	Methan-Emissionen aus der Verdauung bei übrigen Rindern und Schweinen verschiedener Länder im Vergleich des resultierenden Emissionsfaktors (<i>IEF</i>) für 2010.....	436
Tabelle 184:	Vergleich der 2013 und 2012 berichteten mittleren täglichen GE-Aufnahme (4.A) ...	437
Tabelle 185:	Vergleich der 2013 und 2012 berichteten resultierenden CH ₄ -Emissionsfaktoren (Verdauung) (4.A)	438
Tabelle 186:	Vergleich der 2013 und 2012 berichteten CH ₄ -Emissionen (Verdauung) (4.A)	438
Tabelle 187:	CH ₄ -Emissionsfaktoren (<i>IEF</i>) für das Wirtschaftsdünger-Management (4.B(a)s1)....	441
Tabelle 188:	Gesamt-CH ₄ -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4s1).....	441
Tabelle 189:	CH ₄ -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management für Milchkühe, übrigen Rinder und Schweine (4.s1.)	442
Tabelle 190:	In Deutschland durch Güllevergärung eingesparte CH ₄ -Emissionen und der prozentuale Anteil dieser Minderung bezogen auf die sich ohne Güllevergärung ergebende CH ₄ -Gesamtemission aus dem Wirtschaftsdünger-Management aller im Inventar betrachteten Nutztiere	442
Tabelle 191:	CH ₄ -Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Milchkühen verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (<i>IEF</i>) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter für das Jahr 2010	444
Tabelle 192:	CH ₄ -Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei übrigen Rindern verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (<i>IEF</i>) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter für das Jahr 2010	444
Tabelle 193:	CH ₄ -Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Schweinen verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (<i>IEF</i>) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter für das Jahr 2010	445
Tabelle 194:	CH ₄ -Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Geflügel verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (<i>IEF</i>) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter für das Jahr 2010	445
Tabelle 195:	Vergleich der im NIR 2013 und NIR 2012 berichteten relativen Anteile güllebasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2).....	446
Tabelle 196:	Vergleich der im NIR 2013 und NIR 2012 berichteten relativen Anteile strohbasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)	446
Tabelle 197:	Vergleich der im NIR 2013 und NIR 2012 berichteten Anteile des Weidegangs in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)	447

Tabelle 198:	Vergleich der im NIR 2013 und NIR 2012 berichteten täglichen VS-Ausscheidungen (4.B)	447
Tabelle 199:	Vergleich der im NIR 2013 und NIR 2012 berichteten mittleren CH ₄ -Emissionsfaktoren (IEF) für das Wirtschaftsdünger-Management (4.B(a)s1)	448
Tabelle 200:	Vergleich der im NIR 2013 und NIR 2012 berichteten CH ₄ -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management für Milchkühe, übrige Rinder und Schweine (4.B) .	448
Tabelle 201:	Emissionsfaktoren für Emissionen von N ₂ O-N aus dem Wirtschaftsdünger-Management (bezogen auf die Summe von ausgeschiedenem N und Einstreu-N) (4.B(b))	450
Tabelle 202:	Milchkühe, mittlere N ₂ O-N-Emissionsfaktoren	451
Tabelle 203:	Übrige Rinder, mittlere N ₂ O-N-Emissionsfaktoren	452
Tabelle 204:	Schweine, mittlere N ₂ O-N-Emissionsfaktoren.....	452
Tabelle 205:	Alle Nutztiere, mittlere N ₂ O-N-Emissionsfaktoren (4.s2.B)	452
Tabelle 206:	N ₂ O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management nach Tieren (4.B).....	453
Tabelle 207:	N ₂ O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management insgesamt und nach Systemkategorien (4.s2.B)	453
Tabelle 208:	In Deutschland durch Güllevergärung eingesparte N ₂ O-Emissionen und der prozentuale Anteil dieser Minderung bezogen auf die sich ohne Güllevergärung ergebende N ₂ O-Gesamtemission aus dem Wirtschaftsdünger-Management aller im Inventar betrachteten Nutztiere	454
Tabelle 209:	NO-Emissionen (E_{NO}) aus dem Wirtschaftsdünger-Management	454
Tabelle 210:	N-Ausscheidung pro Tierplatz für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel verschiedener Länder für das Jahr 2010	455
Tabelle 211:	Vergleich der im NIR 2013 und NIR 2012 berichteten N ₂ O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management insgesamt und nach Systemkategorien (4.s2.)	456
Tabelle 212:	Vergleich der im NIR 2013 und NIR 2012 berechneten Gesamt-N-Ausscheidung aller Tiere.....	456
Tabelle 213:	Vergleich der im NIR 2013 und NIR 2012 berichteten Gesamt-NO-Emissionen (E_{NO}) aus dem Wirtschaftsdünger-Management.....	457
Tabelle 214:	Emissionsfaktoren EF_{NO} für NO-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden	461
Tabelle 215:	$Frac_{GASF}$ (4.Ds2)	461
Tabelle 216:	$Frac_{GASM, Germany}$ (4.Ds2).....	462
Tabelle 217:	$Frac_{GRAZ}$ (4.Ds2)	463
Tabelle 218:	$Frac_{NCRBF}$ (4.Ds2)	463
Tabelle 219:	$Frac_{NCR0}$ (4.Ds2)	464
Tabelle 220:	$Frac_R$ ($Frac_{Remove}$) (4.Ds2).....	464
Tabelle 221:	N ₂ O- und NO-Emissionen E_{N_2O} und E_{NO} aus landwirtschaftlich genutzten Böden (4s1, 4s2).....	464
Tabelle 222:	Vergleicht der im deutschen Inventar verwendeten N ₂ O-Emissionsfaktoren mit denen benachbarter Staaten für das Jahr 2010.....	465
Tabelle 223:	Vergleich der im deutschen Inventar verwendeten $Frac$ -Größen mit denen benachbarter Staaten, Jahr 2010.....	466
Tabelle 224:	Vergleich der im NIR 2013 und NIR 2012 berichteten N-Mengen zur Berechnung der N ₂ O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden (4.D)	468
Tabelle 225:	Vergleich der im NIR 2013 und NIR 2012 berichteten N ₂ O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden (4.D).....	469

Tabelle 226:	Zuordnung der deutschen Berichtskategorien zu den IPCC-Landnutzungskategorien	474
Tabelle 227:	Anteile validierter Punktdaten.....	482
Tabelle 228:	Basis zur Ableitung der Landnutzungen.....	483
Tabelle 229:	Kodierungen in der Basistabelle.....	483
Tabelle 230:	Wahrscheinlichste Landnutzung (LU) und deren Datenquelle (DB)	486
Tabelle 231:	Landnutzungsänderungen (LUC) inklusive 20-jähriger Transition Time nach dem Konventions-Reporting	487
Tabelle 232:	Landnutzungsmatrix 2011. Die Diagonale zeigt die Fläche in verbleibender Nutzung, die anderen Felder die jeweiligen Landnutzungsänderungen (einschließlich 20-jähriger Übergangszeiten)	488
Tabelle 233:	Jährliche Flächen der Landnutzungsänderungen, die den Berechnungen für das UNFCCC-Inventar (20-jährige Übergangszeit) und KP (kumulative Flächenänderung) zugrunde liegen [Hektar pro Jahr]	489
Tabelle 234:	Zuordnung von Hauptobjektartenschlüsselnummern und Attributen des ATKIS® zu den IPCC-Landnutzungskategorien	491
Tabelle 235:	Mittlere Kohlenstoffvorräte in Mineralböden Deutschlands in Abhängigkeit von der Landnutzung [Mg C ha^{-1}] sowie daraus abgeleitete Kohlenstoffvorratsunterschiede nach Landnutzungsänderung für das Jahr 2011	493
Tabelle 236:	Emissionsfaktoren [$\text{Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$] zur Ermittlung jährlicher Kohlenstoffvorratsunterschiede in Mineralböden Deutschlands nach Landnutzungsänderung für das Jahr 2011.....	494
Tabelle 237:	Emissionsfaktoren [$\text{Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$] zur Ermittlung der Kohlenstoffvorratsunterschiede im Jahr der Umwandlung in der ober- und unterirdischen Biomasse nach Landnutzungsänderung für das Jahr 2011	497
Tabelle 238:	Zeitreihe der mittleren Kohlenstoffvorräte in der Phytomasse von Entwaldungsflächen [Mg ha^{-1}]	498
Tabelle 239:	Waldfläche, verbleibender Wald und Flächenveränderungen von anderen Landnutzungskategorien zu Neuwald von 1990 bis 2011.....	505
Tabelle 240:	Kohlenstoffvorräte der Vornutzung als flächengewichtetes Mittel aller Vornutzungskategorien.....	510
Tabelle 241:	Raumdichten rd in [g/cm^3] von IPCC (2003), KOLLMANN (1982) und KNIGGE & SCHULZ (1966).....	512
Tabelle 242:	Modelle für die Ableitung von Volumenexpansionsfaktoren.....	513
Tabelle 243:	Raumdichten für Astholz	513
Tabelle 244:	Wurzel/Spross- Verhältnis (root/shoot-ratio) auf Bestandesebene nach IPCC (2003)	514
Tabelle 245:	Emissionsfaktoren für Streu der Landnutzungskategorien zu Neuwald	518
Tabelle 246:	In den Inventuren BZE I und BZE II / BioSoil ermittelte Kohlenstoffvorräte in der Streu deutscher Wälder mit Angabe des Standardfehlers	519
Tabelle 247:	Zusammengefasste Legendeneinheiten auf Grundlage der BÜK 1000	521
Tabelle 248:	Kohlenstoffvorräte zum Zeitpunkt der BZE I und BZE II in den neugebildeten Leitbodeneinheiten	523
Tabelle 249:	Durch Waldbrände emittierte Treibhausgase im Zeitraum 1990-2011.....	527
Tabelle 250:	N_2O -N-Emissionen bei der Landnutzungsänderung von Wald zu Ackerland im Zeitraum 1990-2011	527

Tabelle 251:	Stichprobenfehler (SE) der Flächenschätzung in % für die LULUCF-Klassen zwischen 1990 und 2011	529
Tabelle 252:	Relativer Standardfehler der der Volumenexpansionsmodelle	530
Tabelle 253:	Bei der Volumenexpansion entstehende Unsicherheiten	530
Tabelle 254:	Relativer Standardfehler der Raumdichtenschätzungen	531
Tabelle 255:	Bei der Anwendung von Raumdichten entstehende Unsicherheiten	532
Tabelle 256:	Bei der Anwendung von Wurzel/Sproß-Verhältnissen entstehende Unsicherheiten	533
Tabelle 257:	Stichprobenfehler für die oberirdische Biomasse.....	536
Tabelle 258:	Stichprobenfehler für die unterirdische Biomasse.....	536
Tabelle 259:	Kohlenstoffvorratsveränderung der lebenden Biomasse verschiedener Länder (Deutschland für 2011, übrige Länder für 2010)	541
Tabelle 260:	Kohlenstoffvorratsveränderung der toten organischen Masse verschiedener Länder (Deutschland für 2011, übrige Länder für 2010)	542
Tabelle 261:	Kohlenstoffvorratsveränderung der mineralischen Böden verschiedener Länder (Deutschland für 2011, übrige Länder für 2010)	542
Tabelle 262:	Kohlenstoffvorratsveränderung der organischen Böden verschiedener Länder (Deutschland für 2011, übrige Länder für 2010)	542
Tabelle 263:	Gegenüberstellung der Änderungen der 2012 und 2013 berichteten Landflächenmatrix für die UNFCCC-Berichterstattung [kha]	543
Tabelle 264:	Vergleich der aus den Submissions 2013 und 2012 berichteten Emissionen [Gg CO ₂] aus der verbleibenden Waldfläche (5.A.1)	544
Tabelle 265:	Rekalkulation der 2013 und 2012 berichteten Emissionen [Gg CO ₂ -Äquivalente] für Aufforstung (5.A.2)	547
Tabelle 266:	Flächengewichteter Mischwert des Kohlenstoffvorrates [Mg ha ⁻¹] für perennierende Ackerkulturen (± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)	552
Tabelle 267:	Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha ⁻¹] von Ackerland mit annueller Vegetation (± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)	553
Tabelle 268:	Flächengewichteter Mischwert des Kohlenstoffvorrates [Mg C ha ⁻¹] in der Biomasse von Ackerland in Deutschland (± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)....	554
Tabelle 269:	Unsicherheiten von Emissionsfaktoren [in % vom Lagemaß] zur Berechnung der THG-Emissionen aus dem Ackerland Deutschlands 2011, unterschieden nach Pool und Subkategorie; positiv: C-Senke bzw. N ₂ O-Emission; negativ: C-Quelle.....	557
Tabelle 270:	Vergleich impliziter Emissionsfaktoren (IEF) unterschiedlicher Pools im Ackerlandsektor innerhalb Europas für das Jahr 2010 (Ausnahme Deutschland NIR 2013: Vergleichswert 2011)	559
Tabelle 271:	Vergleich der in den Submissionen 2013 und 2012 berichteten Emissionen [Gg CO ₂] aus verbleibendem Acker (5.B.1)	561
Tabelle 272:	Vergleich der in den Submissionen 2013 und 2012 berichteten Emissionen [Gg CO ₂] aus Landnutzungsänderungen zu Acker (5.B.2)	562
Tabelle 273:	Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha ⁻¹] von Grünland im engeren Sinne (± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)	569
Tabelle 274:	Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg ha ⁻¹] in der Biomasse von Gehölzen (Range).....	570
Tabelle 275:	Mittlerer Emissionsfaktor für die Subkategorie Grünland i. e. S. [Mg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	570
Tabelle 276:	Emissionsfaktoren [Mg C ha ⁻¹ a ⁻¹] mit Unsicherheiten [% vom Lagemaß] zur Berechnung der THG-Emissionen 2011 aus Grünland i. e. S.....	571

Tabelle 277:	Emissionsfaktoren [$\text{Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$] mit Unsicherheiten [% vom Lagemaß] zur Berechnung der THG-Emissionen 2011 aus Gehölzflächen.....	572
Tabelle 278:	Vergleich impliziter Emissionsfaktoren (IEF) unterschiedlicher Pools im Grünland zwischen Deutschland und europäischen Nachbarstaaten für das Jahr 2010 (Ausnahme Deutschland NIR 2013: Vergleichswert 2011)	573
Tabelle 279:	Vergleich der in den Submissionen 2013 und 2012 berichteten Emissionen [Gg CO_2] aus verbleibendem Grünland (5.C.1)	575
Tabelle 280:	Vergleich der in der Submission 2013 und 2012 berichteten Emissionen [Gg CO_2] aus Landnutzungsänderungen zu Grünland (5.C.2)	576
Tabelle 281:	Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg ha^{-1}] für Biomasse in terrestrischen Feuchtgebieten Deutschlands (95%-Konfidenzintervall)	580
Tabelle 282:	Implizite Emissionsfaktoren für den Torfabbau [$\text{Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$] in Deutschland.....	582
Tabelle 283:	Emissionsfaktoren mit Unsicherheiten [in % vom Lagemaß] zur Berechnung der THG-Emissionen aus Feuchtgebieten 2011, unterschieden nach Pool und Subkategorie	583
Tabelle 284:	Vergleich impliziter Emissionsfaktoren (IEF) unterschiedlicher Pools im Feuchtgebietssektor zwischen Deutschland und europäischen Nachbarstaaten für das Jahr 2010 (Ausnahme Deutschland NIR 2013: Vergleichswert 2011)	585
Tabelle 285:	Vergleich der in den Submissionen 2013 und 2012 berichteten Emissionen [$\text{Gg CO}_2 \text{ a}^{-1}$] aus verbleibenden Feuchtgebieten (5.D.1).....	586
Tabelle 286:	Vergleich der in den Submissionen 2013 und 2012 berichteten Emissionen [$\text{Gg CO}_2 \text{ a}^{-1}$] aus Landnutzungsänderungen zu Feuchtgebieten (5.D.2)	586
Tabelle 287:	Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg ha^{-1}] von Biomasse auf Siedlungsflächen (95%-Konfidenzintervall).....	590
Tabelle 288:	Unsicherheiten von Emissionsfaktoren [in % vom Lagemaß] zur Berechnung der Treibhausgasemissionen aus Siedlungs- und Verkehrsflächen Deutschlands 2011, unterschieden nach Pool und Subkategorie.....	591
Tabelle 289:	Vergleich impliziter Emissionsfaktoren (IEF) unterschiedlicher Pools in Siedlungen zwischen Deutschland und europäischen Nachbarstaaten für das Jahr 2010 (Ausnahme Deutschland NIR 2013: Vergleichswert 2011)	593
Tabelle 290:	Vergleich der in den Submissionen 2013 und 2012 berichteten Emissionen [Gg CO_2] aus verbleibender Siedlungsfläche (5.E.1).....	594
Tabelle 291:	Vergleich der in den Submissionen 2013 und 2012 berichteten Emissionen [Gg CO_2 -Äquivalente] aus Landnutzungsänderung zu Siedlungsfläche (5.E.2).....	595
Tabelle 292:	Mengen an biologisch abbaubaren Abfällen, die zwischen 2002 und 2010 deponiert wurden, aufgeteilt nach Abfallfraktionen	604
Tabelle 293:	Pro-Kopf-Mengen an deponierten Hausmüll	604
Tabelle 294:	Verwendete DOC-Werte.....	605
Tabelle 295:	Halbwertszeiten und konstante Methanerzeugungsrate der Abfallfraktionen	606
Tabelle 296:	Methanfassung auf Deponien	607
Tabelle 297:	Direkt eingeleitetes Abwasser mit Behandlung im Jahr 2007, nach [Statistisches Bundesamt 2010c, Tabelle 8.8]	610
Tabelle 298:	Spezifische Stickstofffracht, Produktionszahlen und im Jahr 2010 ins Rohabwasser emittierte Stickstofffracht der 4 relevantesten Industriebereiche	612
Tabelle 299:	Unsicherheiten der mittleren spezifischen Stickstofffracht der 4 relevantesten Industriebereiche	613
Tabelle 300:	Methanemissionen der offenen Schlammfäulung in den neuen Bundesländern.....	617

Tabelle 301:	In der Kompostierung eingesetzte Abfallmengen.....	621
Tabelle 302:	Quellgruppen in denen Rückrechnungen des Inventars gegenüber der vorjährigen Berichterstattung notwendig waren	629
Tabelle 303:	durch Rückrechnungen des Inventars bedingte prozentuale Änderung gegenüber der vorjährigen Berichterstattung	630
Tabelle 304:	durch Rückrechnungen bedingte absolute und prozentuale Veränderungen der nationalen Gesamtemissionen ohne CO ₂ aus LULUCF gegenüber der vorjährigen Berichterstattung	632
Tabelle 305:	durch Rückrechnungen bedingte prozentuale Veränderungen der nachrichtlichen Inventardaten gegenüber der vorjährigen Berichterstattung.....	632
Tabelle 306:	Rückrechnung der CRF-spezifischen Gesamtemission über alle Treibhausgase 1990.....	633
Tabelle 307:	Rückrechnung der CRF-spezifischen Gesamtemission über alle Treibhausgase 2010.....	634
Tabelle 308:	Rückrechnung der KP-LULUCF-Gesamtemission über alle Treibhausgase 1990	635
Tabelle 309:	Rückrechnung der KP-LULUCF-Gesamtemission über alle Treibhausgase 2010	636
Tabelle 310:	Zusammenstellung der im IP dokumentierten erledigten Review-Empfehlungen	637
Tabelle 311:	Zusammenfassung der in den NIR-Quellgruppenkapiteln genannten geplanten Verbesserungen	640
Tabelle 312:	Zusammenfassung der in den NIR-Quellgruppenkapiteln genannten geplanten Verbesserungen; Status: Offen	654
Tabelle 313:	Walddefinition in Deutschland	664
Tabelle 314:	Aufforstung in KP- und UNFCCC-Kategorien	666
Tabelle 315:	Entwaldung in KP- und UNFCCC-Kategorien	666
Tabelle 316:	Waldbewirtschaftung in KP- und UNFCCC-Kategorien	667
Tabelle 317:	Flächen der Kategorien Aufforstung, Entwaldung und Waldbewirtschaftung von 1990 bis 2011	668
Tabelle 318:	Jährliche und akkumulierte Entwaldungsflächen und jährlicher und Implied Emissionsfaktor für die oberirdische Biomasse des Waldes; positiv: C-Senke; negativ: C-Emission	669
Tabelle 319:	Entwaldungsflächen und Kohlenstoffvorratsverluste aus Biomasse (mit Biomasse der umgewandelten Fläche), Totholz, Streu und mineralischen und organischen Böden bei der Entwaldung ab dem Jahr 2008; positiv: C-Senke; negativ: C- Emission	670
Tabelle 320:	Implizite Emissionsfaktoren (IEF) [Mg C ha ⁻¹ a ⁻¹] für mineralische Böden der Quellkategorien Aufforstung und Entwaldung (negativ = Verlust, positiv = Speicherung)	672
Tabelle 321:	Emissionsfaktoren für organische Böden der Entwaldungskategorien (negativ = Verlust, positiv = Speicherung).....	673
Tabelle 322:	Gegenüberstellung der Änderungen der in den Submissionen 2012 und 2013 berichteten Landflächenmatrix für die Kyoto-Berichterstattung [kha]	674
Tabelle 323:	Vergleich der in den Submissionen 2012 und 2013 berichteten Emissionen [Gg CO ₂] aus Aufforstungen A/R (KP 3.3).....	675
Tabelle 324:	Vergleich der in den Submissionen 2012 und 2013 berichteten Emissionen [Gg CO ₂ -Äquivalente] aus Entwaldung D (KP 3.3)	676
Tabelle 325:	Unsicherheiten für die Treibhausgasberichterstattung des Kyoto-Protokolls der Artikel 3.3 und 3.4	678

Tabelle 326:	Gesamtfehlerbudget für die C-Veränderungsschätzung der Biomasse für die Inventurperioden der Bundeswaldinventur 1987 — 2002 und 2002 — 2008; se = Standardabweichung, vef = Volumenexpansionsfaktor, rd = Raumdichte	679
Tabelle 327:	Unsicherheiten für die Emissionsfaktoren der Biomasse	679
Tabelle 328:	Fehlerbudget für die Emissionsfaktoren von Mineralböden und Streu, mit se = Standardabweichung des Mittelwertes; C 90, C 06 = Laborfehler bei der Kohlenstoffgehaltsbestimmung BZE I und BZE II; FE = Fehler bei der Bestimmung des Feinbodenvorrates	680
Tabelle 329:	Kohlenstoffvorratsänderungen in lebender Biomasse (Deutschland für 2011, übrige Länder für 2010)	681
Tabelle 330:	Kohlenstoffvorratsänderungen in Streu (Deutschland für 2011, übrige Länder für 2010)	681
Tabelle 331:	Kohlenstoffvorratsänderungen in Totholz (Deutschland für 2011, übrige Länder für 2010)	682
Tabelle 332:	Kohlenstoffvorratsänderungen in mineralischen Böden (Deutschland für 2011, übrige Länder für 2010)	682
Tabelle 333:	Kohlenstoffvorratsänderungen in organischen Böden (Deutschland für 2011, übrige Länder für 2010)	682
Tabelle 334:	Flächengrößen der Aktivitäten, die nach 2008 begonnen haben	683
Tabelle 335:	Zusammenstellung der Verpflichtung zur Waldbewirtschaftung, zur Aufstellung von Plänen und zur forstlichen Rahmenplanung aus den Waldgesetzen der Bundesländer	687
Tabelle 336:	Gegenüberstellung der Waldfunktionen nach dem Bundeswaldgesetz und nach IPCC	689
Tabelle 337:	Querschnittsmaßnahmen	699
Tabelle 338:	Energiepolitische Maßnahmen	699
Tabelle 339:	Landwirtschaft	700
Tabelle 340:	Wald- und Forstwirtschaft	700
Tabelle 341:	Abfallverwertung/-behandlung	700
Tabelle 342:	KP CRF Table NIR.3: Summary Overview for Key Categories for Land Use, Land-Use Change and Forestry Activities under the Kyoto Protocol	704
Tabelle 343:	Datenquellen für die Energiebilanzen	706
Tabelle 344:	Zur Erstellung der Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland verwendeten Erhebungen des StBA	724
Tabelle 345:	Revidierte Felder der Energiebilanz	726
Tabelle 346:	Aktionsplan Energiedaten Inventarverbesserung	731
Tabelle 347:	Für die Emissionsberichterstattung abgeleitete Emissionsfaktoren für CO ₂ ab 1990, Energie	740
Tabelle 348:	Für die Emissionsberichterstattung abgeleitete Emissionsfaktoren für CO ₂ ab 1990, Industrieprozesse	748
Tabelle 349:	Verification of Completeness of Reported CO ₂ from Non-Energy Use of Fossil Fuels	752
Tabelle 350:	Anlagentypen nach Anhang der 4.BImSchV	757
Tabelle 351:	Klassifikation der Quellen nach Feuerungstyp	758
Tabelle 352:	Methan-Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen < 50 MW FWL und für Gasturbinen nach RENTZ et al, 2002	758
Tabelle 353:	CO ₂ -Emissionen aus der Rauchgasentschwefelung in Öffentlichen Kraftwerken	759

Tabelle 354:	Emissionsfaktoren 2011 für Flugbenzin	762
Tabelle 355:	Übersicht der verwendeten Emissionsfaktoren der Quellgruppe Flugverkehr (1.A.3.a).....	763
Tabelle 356:	Übersicht der zu berücksichtigten Teilunsicherheiten der Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren	764
Tabelle 357:	Energieeinsatz im Straßenverkehr 1990-2011	765
Tabelle 358:	Heizwerte für Otto- und Dieselmotoren	766
Tabelle 359:	Korrekturfaktoren zur Anpassung an die Energiebilanz	767
Tabelle 360:	Häufigkeitsverteilungen von Tierhaltungsverfahren(in %) sowie zugehörige Einstreumengen und NH ₃ -Emissionsfaktoren	775
Tabelle 361:	Häufigkeitsverteilungen von Lagerverfahren (in %) sowie zugehörige Emissionsfaktoren	778
Tabelle 362:	Häufigkeitsverteilungen von Ausbringungsverfahren (in %) sowie zugehörige Emissionsfaktoren	782
Tabelle 363:	Legehennen, haltungsspezifische partielle NH ₃ -Emissionsfaktoren.....	785
Tabelle 364:	Mittlerer Kohlenstoffvorrat [bis 30 cm Bodentiefe in MgC ha ⁻¹ ± 1,96 * Standardfehler] in den mineralischen Waldböden Deutschlands von 1990 – 2011...	790
Tabelle 365:	Fläche [ha], mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha ⁻¹] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) für Ackerflächen Deutschlands mit annuellen Kulturen.....	791
Tabelle 366:	Fläche [ha], mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha ⁻¹] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) für Ackerflächen Deutschlands mit perennierenden Kulturen	792
Tabelle 367:	Mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha ⁻¹] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) für Ackerflächen Deutschlands ..	792
Tabelle 368:	Mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha ⁻¹] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) für Grünlandflächen Deutschlands.....	793
Tabelle 369:	Mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha ⁻¹] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) in Mineralböden unter Terrestrischen Feuchtgebieten, Siedlungen und Sonstigen Flächen	793
Tabelle 370:	Ergebnisse der letzten Obstbaumvollerhebung 2007 durch das Statistische Bundesamt (STATISTISCHES BUNDESAMT 2007)	797
Tabelle 371:	Flächenbezogene Kohlenstoffvorräte [Mg ha ⁻¹] (Range, bzw. ± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls) in der Biomasse von Obstgehölzen Deutschlands	797
Tabelle 372:	Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg ha ⁻¹] (± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls) der Weihnachtsbaumbiomasse Deutschlands	798
Tabelle 373:	Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg ha ⁻¹] (± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls) der Weinstockbiomasse Deutschlands.....	798
Tabelle 374:	Ermittlung des flächengewichteten Kohlenstoffvorrates absolut [Mg] und flächenbezogen [Mg ha ⁻¹] für Ackerlandgehölze in Deutschland (KV 2 ± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)	799
Tabelle 375:	Flächengewichteter Mischwert des Kohlenstoffvorrates [Mg ha ⁻¹] für Ackerlandgehölzflächen in Deutschland (± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)	799
Tabelle 376:	Uncertainty Calculation for the German GHG Emissions from Sector 5.A - 5.F (LULUCF)	801

Tabelle 377:	Vollständigkeit - Übersicht der Quellen und Senken, deren Emissionen nicht geschätzt (not estimated, NE) werden	812
Tabelle 378:	Vollständigkeit – Übersicht der Quellen und Senken, die an anderer Stelle berichtet werden (included elsewhere, IE)	813
Tabelle 379:	Dokumentationsinstrumente im Umweltbundesamt.....	832
Tabelle 380:	Allgemeine Checkliste für Fachverantwortliche	832
Tabelle 381:	Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe	847
Tabelle 382:	Anteile an der Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe	849
Tabelle 383:	Emissionen von direkten und indirekten Treibhausgasen und SO ₂ in Deutschland seit 1990	850
Tabelle 384:	Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO ₂ in Deutschland seit 1990	851
Tabelle 385:	Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO ₂ in Deutschland, seit dem jeweils letzten Jahr	852
Tabelle 386:	Veränderungen der Emissionen in Deutschland nach Quellgruppen, seit 1990 / seit dem jeweils letzten Jahr	853
Tabelle 387:	Tabelle 6.1 der IPCC Good Practice Guidance - Details	855

Abkürzungsverzeichnis

AbfAbIV	Abfallablagerungsverordnung
ABL	alte Bundesländer
AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen
AK	Arbeitskreis
ALH	alle anderen Laubbäume hoher Lebenserwartung (BWI-Baumartengruppe)
ALN	alle anderen Laubbäume niedriger Lebenserwartung (BWI-Baumartengruppe)
ANCAT	Abatement of Nuisances from Civil Air Transport
AR	Aktivitätsrate
ARD	Afforestation, reforestation, deforestation (Aufforstung, Wiederbewaldung, Entwaldung)
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
AWMS	Animal Waste Management System
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BAT	Best Available Technique
BDZ	Bundesverband der Deutschen Zementindustrie
BEF	Biomasseexpansionsfaktoren
BEU	Bilanz der Emissionsursachen für stationäre und mobile Verbrennungsprozesse
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BGS	Brennstoff-, Gas-, und Stromwirtschaft der Hochofen-, Stahl- und Walzwerke sowie Schmiede-, Press- und Hammerwerke einschließlich der öffentlichen verbundenen sonstigen Betriebe(ohne eigene Kokereien)
BGW	Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft
BHD	Brusthöhendurchmesser (Stammdurchmesser eines Baumes in 1,30 m Höhe über dem Boden)
BHKW	Blockheizkraftwerk
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BImSchV	Rechtsverordnung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz
BML	siehe BMELV
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMVEL	siehe BMELV
BMVG	Bundesministerium der Verteidigung
BMWA	siehe BMWi
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BoHE	Bodennutzungshaupterhebung
BREF	BAT (Best Available Technique) Reference Documents
BSB	Biologischer Sauerstoffbedarf
BSB ₅	Biologischer Sauerstoffbedarf innerhalb von 5 Tagen
BV Kalk	Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie
BÜK	Bodenübersichtskarte
BWI	Bundeswaldinventur
BZE	Bodenzustandserhebung im Wald

C ₂ F ₆	Hexafluorethan
CAPIEL	Coordinating Committee for the Associations of Manufacturers of Industrial Electrical Switchgear and Controlgear in the European Union
CFC	Fluorchlorkohlenwasserstoffe (engl.: Chlorofluorocarbons) = FCKW
CFI	Continuous Forest Inventory (Kontrollstichprobe)
CH ₄	Methan
C _{org}	Im Boden gespeicherter organischer Kohlenstoff
CO	Kohlenstoffmonoxid, Kohlenmonoxid
CO ₂	Kohlenstoffdioxid, Kohlendioxid
CORINAIR	Coordination of Information on the Environment, Teilprojekt: Air
CORINE	Coordinated Information on the Environment
CRF	Common Reporting Format
CSB	Chemischer Sauerstoff Bedarf
D	Deutschland
D7	Stammdurchmesser eines Baumes in 7 m Höhe über dem Boden
DEHSt	Deutsche Emissionshandelsstelle
DESTATIS	Statistisches Bundesamt Deutschland
DFIU	Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung an der Universität Karlsruhe
DG	Deponiegas
DGMK	Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle eV.
DIN	Deutsche Industrienorm
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DMKW	Dieselmotorkraftwerke
D _N	Stickstoff im Abwasser
DOC	Anteil des organisch abbaubaren Kohlenstoffs (engl.: Degradable Organic Carbon)
DOC _F	Anteil des in Deponiegas umgewandelten DOC (engl.: Fraction of DOC dissimilated)
DSWF	Datenspeicher Waldfonds
DTKW	Dampfturbinenkraftwerke
DVGW	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfachs eV.
EBZ	Energiebilanzzeile in der BEU
EEA	Europäische Umweltagentur (engl.: European Environment Agency)
EECA	European Electronic Component Manufacturers Association
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz, Gesetzestext (BGBl. Teil I Nr. 40 v. 31.07.2004, Seite 1918 ff.)
EF	Emissionsfaktor
EI	Emissionsindex = Emissionsfaktor
E _{KA}	Einwohner mit Kläranlagenanschluss
EL	Heizöl EL (extra leicht flüssig)
EM	Emission
EMEP	Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of Air Pollutants in Europe
EMEV	Emissionsrelevanter Energieverbrauch
ERT	Expert Review Team

ESIA	European Semiconductor Industry Association
ETS	Emissionshandelssystem mit Treibhausgasen in der EU (engl. Emissions Trading Scheme)
EU	Europäische Union
EU-EH	Europäischer Emissionshandel, auch ETS genannt
EUROCONTROL	Europäische Organisation zur Sicherung der Luftfahrt
EUROSTAT	Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften
EW	Einwohnerzahl
FA	Feuerungsanlagen
FAP	Fachlicher Ansprechpartner im NaSE
FAL	Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
FAO	Organisation für Ernährung und Landwirtschaft (engl.: Food And Agriculture Organisation) der Vereinten Nationen
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
F-Gase	Fluorierte Kohlenwasserstoffe
FHW	Fernheizwerke
FKW	Vollfluorierte Kohlenwasserstoffe (engl.: PFC)
FKZ	Forschungskennzahl
FV	Fachverantwortlicher im NaSE
FWL	Feuerungswärmeleistung
GAS-EM	GASeous EMISSIONS (ein Kalkulationsprogramm für Emissionen der Landwirtschaft)
GEREF	GERman Emission Factor Database
GFA	Großfeuerungsanlagen
GG	Gesamtgewicht
GIS	Gasisolierte Schaltanlagen
GMBL	Gemeinsames Ministerialblatt
GMES	Global Monitoring for Environment and Security
GMKW	Gasmotorkraftwerke
GPG	Good Practice Guidance
GSE FM-INT	GMES Services Elements Forest Monitoring: Inputs für die Nationale Treibhausgasberichterstattung
GT	Gasturbinen
GTKW	Gasturbinenkraftwerke
GuD	Gas- und Dampfturbinenkraftwerke
GWP	Globales Treibhauspotential (engl.: Global Warming Potential)
HFC	Wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (engl.: Hydrofluorocarbons) = HFKW
HFCKW	Wasserstoffhaltige Fluorchlorkohlenwasserstoffe
HFKW	Wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (engl.: Hydrofluorocarbons, HFC)
HK	Hauptkategorie (engl.: key category) berücksichtigt sowohl Emissionsquellen als auch -senken.
HS-GIS	Hochspannungs- und Gasisolierte Schaltanlagen
IAI	International Aluminium Institute
IE	an anderer Stelle einbezogen (engl.: Included Elsewhere)
IEA	Internationale Energie Agentur (engl. International Energy Agency)

IEF	implizierter Emissionsfaktor (engl.: implied emission factor)
IfE	Institut für Energetik
IFEU	Institut für Energie- und Umweltforschung
IKW	Industriekraftwerke
IMA	Interministerielle Arbeitsgruppe
IPCC	Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen (engl.: Intergovernmental Panel On Climate Change)
IS08	Inventurstudie 2008
K	Brennstoffeinsatz zur Krafterzeugung (Direktantrieb)
k.A.	keine Angabe
KP	Kyoto-Protokoll
KS	Klärschlamm
I	level (im Rahmen des "Level Assessment" nach den IPCC-Good Practice Guidance)
LF	Landwirtschaftlich genutzte Flächen
LKW	Lastkraftwagen
LTO	Landing/Take-off-Zyklus
LUCF	Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (engl.: Land Use Change and Forestry)
LULUCF	Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (engl.: Land Use, Land Use Change and Forestry)
MBA	Mechanisch-Biologische Abfallbehandlung
MCF	Methankonversionsfaktor (engl.: Methane Conversion Factor)
MS	Mittelspannung
MSW	Deponierte Menge an Siedlungsabfall
MVA	Müllverbrennungsanlage
MW	Megawatt
N	Stickstoff
N ₂ O	Distickstoffoxid, Lachgas
NA	nicht anwendbar (engl.: Not Applicable)
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NaSE	Nationales System Emissionsinventare
NBL	neue Bundesländer
NE	Nicht geschätzt (engl.: Not Estimated)
NEAT	Non-energy Emission Accounting Tables
NEC	EU-Richtlinie 2001/81/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2001, in der nationale Emissionshöchstmenge (engl.: National Emission Ceilings) für bestimmte Luftschadstoffe geregelt sind.
NEV	Nichtenergetischer Verbrauch
NFR	Berichtsformat für die Berichterstattung an die UN ECE (engl.: New Format on Reporting, Nomenclature for Reporting)
NFZ	Nutzfahrzeuge
NH ₃	Ammoniak
NIR	Nationaler Inventarbericht (engl.: National Inventory Report)
NMVOC	Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (engl.: Non Methane Volatile Organic Compounds)
NO	nicht vorkommend (engl.: Not Occurring)

NO	Stickstoffmonoxid
NSCR	Nicht-selektive katalytische Reduktion
OCF	Montageschaum (engl.: One Component Foam)
OX	Oxidationsfaktor
PAH	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (engl.: Polycyclic aromatic hydrocarbons), auc PAK
PAK	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (engl.: Polycyclic aromatic hydrocarbons), auch PAH
PARTEMIS	Measurement and prediction of emissions of aerosols and gaseous precursors from gas turbine engines
PCDD/F	Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane
PF	Prozessfeuerungen
PFC	Perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW, engl.: Perfluorocarbons)
PKW	Personenkraftwagen
PU	Polyurethan
QK	Qualitätskontrolle
QS	Qualitätssicherung
QSE	Qualitätssystem Emissionsinventare
REA	Rauchgasentschwefelungsanlage
ROE	Rohöleinheiten
RSt	Rohstahl
RWI	Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung
S	Brennstoffeinsatz zur Stromerzeugung
S	Heizöl S (schwer flüssig)
S&A report	Synthesis and Assessment Report
SA	Heizöl SA (schwer flüssig, schwefelarm)
SE	Stichprobenfehler (sampling error)
SF ₆	Schwefelhexafluorid
SKE	Steinkohleneinheiten
SNAP	Selected Nomenclature for Air Pollution
SO ₂	Schwefeldioxid
STEAG	STEAG Aktiengesellschaft (ein großer Stromerzeuger in Deutschland)
T	Trend (im Rahmen des "Trend Assessment" nach den IPCC-Good Practice Guidance) in den Übersichtstabellen der Quellgruppen
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft; Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz
TAN	Total Ammoniacal Nitrogen
THG	Treibhausgase
TI	Johann Heinrich von Thünen-Institut
TI-AK	Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Agrarklimaschutz
TI-WO	Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Waldökosysteme
TM	Trockenmasse
TOC	Gesamtkohlenstoff (engl.: Total Organic Carbon)
TREMOD	Emissionsberechnungsmodell für den Verkehr (engl.: Traffic Emission Estimation Model)
TS	Trockenstoff
TÜV	Technischer Überwachungsverein

TVF	Tonne verwertbare Förderung
UBA	Umweltbundesamt
UN ECE	Europäische Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen (engl.: United Nations Economic Commission for Europe)
UN FCCC	Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (engl.: United Nations Framework Convention on Climate Change)
UN	Vereinte Nationen (engl.: United Nations)
UStatG	Umweltstatistikgesetz
VDEh	Verein Deutscher Eisenhüttenleute, seit 2003 in Stahlinstitut VDEh umbenannt (Eisen/Stahlverband)
VDEW	Verband der Elektrizitätswirtschaft e.V.
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V.
VDN	Verband der Netzbetreiber e.V.
VDZ	Verein Deutscher Zementwerke e.V.
VGB	Technische Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber e.V.
VIK	Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V.
VOC	Volatile Organic Compounds
VS	Glühverlust, Gehalt an organischer Substanz (engl. Volatile Solids)
W	Brennstoffeinsatz zur Wärmezeugung
WS	Anteil eines bestimmten Systems der Abwasserbehandlung (z.B. aerob, anaerob)
WZ	Wirtschaftszweig
XPS	Extrudiertes Polystyrol
ZSE	Zentrales System Emissionen

Einheiten und Größen

Multiplikationsfaktoren, Abkürzungen, Vorsilben und Symbole

Multiplikationsfaktor	Abkürzung	Vorsatz	
		Name	Symbol
1.000.000.000.000.000	10^{15}	Peta	P
1.000.000.000.000	10^{12}	Tera	T
1.000.000.000	10^9	Giga	G
1.000.000	10^6	Mega	M
1.000	10^3	Kilo	k
100	10^2	Hekto	h
0,1	10^{-1}	Dezi	d
0,01	10^{-2}	Zenti	c
0,001	10^{-3}	Milli	m
0,000.001	10^{-6}	Mikro	μ

Einheiten und Abkürzungen

Abkürzung	Einheit
°C	Grad Celsius
a	Jahr
cal	Kalorie
g	Gramm
h	Stunde
ha	Hektar
J	Joule
m ³	Kubikmeter
ppm	parts per million
t	Tonne
W	Watt

Standardentsprechungen

Einheit	entspricht
1 Tonne (t)	1 Megagramm (Mg)
1 Kilotonne / Tausend Tonnen (kt)	1 Gigagramm (Gg)
1 Megatonne / Million Tonnen (Mt)	1 Teragramm (Tg)

Erklärung der Einleitenden Informationstabellen

Die Einleitenden Informationstabellen finden sich am Beginn jedes Quellgruppen-Kapitels. Sie sollen einen schnellen Überblick über die Relevanz der Quellgruppe und die verwendeten Methoden geben.

Emissionen von Kohlenwasserstoffen, die flüchtig sind, nach Gruppe und der Verwendungsrichtung gesehen								
CRF 1.x.x.x (Bsp.)	Gas	HK	1990		2011		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
all fuels	CO ₂	L	T/T2	339.017,9	(27,76 %)	305.235,0	(32,56 %)	-10,0 %
all fuels	N ₂ O	L	T	3.610,0	(0,30 %)	3.371,1	(0,36 %)	-6,6 %
all fuels	CH ₄	-	T	185,8	(0,02 %)	1.567,8	(0,17 %)	744,0 %

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS	NS	CS
CH ₄	Tier 2	NS	CS
N ₂ O	Tier 2	NS	CS
NO _x , CO, NMVOC, SO ₂			CS

Hauptkategorie

Im oberen Teil der Tabelle werden die für die Quellgruppe relevanten Zeilen der Hauptkategorien-Analyse die Emissionen absolut (Gg CO₂-äquivalent) und als prozentualen Anteile im Jahr 1990 und im letzten berichteten Jahr sowie der Emissionstrend zwischen Basisjahr und dem letzten berichteten Jahr in übersichtlicher Form dargestellt. Der Begriff Hauptkategorie wird im NIR synonym mit dem Begriff "Hauptkategorie" (engl.: key category) verwendet.

L = Hauptkategorie nach Emissionshöhe (Level)

T = Hauptkategorie nach dem Emissions-Trend

T2 = Hauptkategorie nach der Tier-2-Analyse

Schadstoff

Der untere Teil der Tabelle liefert Informationen über angewandte Methode, die Quelle der Aktivitätsdaten und die verwendeten Emissionsfaktoren (EF).

Angewandte Methode

D = IPCC Default

RA = Reference Approach (Referenz-Verfahren)

T1 = IPCC tier 1

T1a/ T1b/ T1c = IPCC tier 1a/ 1b/ 1c

T2 = IPCC tier 2

T3 = IPCC tier 3

C = CORINAIR

CS = Country specific (landesspezifisch)

M = Model (Modell)

Quelle der Aktivitätsdaten

M = Model (Modell)

Q = Questionnaires, surveys (Fragebögen, Umfragen)

PS = Plant specific data (Anlagenspezifische Daten)

AS = Associations, business organizations (Verbände-Informationen)

RS = Regional Statistics (regionale oder föderale Statistiken)

NS = National Statistics (Nationale Statistiken)

IS = International Statistics (Internationale Statistiken)

Emissionsfaktor (EF)

D = IPCC Default

C = CorinAir

CS = Country specific (landesspezifisch)

PS = Plant specific (anlagenspezifisch)

M = Model (Modell)

0 ZUSAMMENFASSUNG (ES)

Als Vertragsstaat der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC) ist Deutschland seit 1994 dazu verpflichtet, Inventare zu nationalen Treibhausgasemissionen zu erstellen, zu veröffentlichen und regelmäßig fortzuschreiben. Mit dem Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls im Februar 2005 ist die internationale Staatengemeinschaft erstmals verpflichtet, verbindliche Handlungsziele und Umsetzungsinstrumente für den globalen Klimaschutz zu realisieren. Hieraus ergeben sich sehr weit reichende Verpflichtungen für die Erstellung, die Berichterstattung und die Überprüfung von Emissionsinventaren. Durch die europäische Umsetzung des Kyoto-Protokolls mit der Verabschiedung der EU-Entscheidung 280/2004¹ sind diese Anforderungen im Frühjahr 2004 für Deutschland rechtsverbindlich geworden.

Gemäß Entscheidung 3/CP.5 müssen alle im ANNEX I der Klimarahmenkonvention aufgeführten Staaten jährlich einen Nationalen Inventarbericht (National Inventory Report, NIR) erstellen und übermitteln, der detaillierte und vollständige Angaben über den gesamten Prozess der Erstellung der Treibhausgasinventare bereitstellt. Durch diesen Bericht soll die Transparenz, Konsistenz und Vergleichbarkeit der Inventare sichergestellt und der unabhängige Überprüfungsprozess unterstützt werden. Das Sekretariat der Klimarahmenkonvention hat die Vorlage des Inventarberichts zur Voraussetzung für die Durchführung der vereinbarten Inventarüberprüfungen gemacht.

Gemäß der Entscheidung 15/CMP.1 müssen alle im ANNEX I der Klimarahmenkonvention aufgeführten Staaten, die auch Mitgliedsstaaten des Kyoto-Protokolls sind, ab dem Jahr 2010 jährliche Inventare vorlegen, um die flexiblen Mechanismen nach Artikel 6, 12 und 17 des Kyoto-Protokolls in Anspruch nehmen zu können.

Deutschland legt zusammen mit den Inventartabellen den Nationalen Inventarbericht (NIR) vor, der sich auf den Zeitraum der Inventartabellen bezieht und die Methoden sowie die Datenquellen beschreibt, auf denen die Berechnungen basieren. Der Bericht und die Berichtstabellen im Common Reporting Format (CRF) wurden gemäß der UNFCCC Richtlinie zur Berichterstattung über jährliche Inventare (FCCC/SBSTA/2006/9) und in Übereinstimmung mit den *IPCC Good Practice Guidance* (IPCC-GPG, 2000) und *IPCC Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry* (IPCC-GPG LULUCF, 2003) erstellt. Der NIR enthält einen Teil II sowie weitere Unterkapitel, um die erweiterten Anforderungen des Kyoto-Protokolls und der damit verbundenen Verpflichtungen auf europäischer Ebene zu erfüllen.

Der **Teil I des NIR** beinhaltet in den Kapiteln 1 bis 10 alle Informationen zum jährlichen Treibhausgasinventar.

Kapitel 1 gibt Hintergrundinformationen zum Klimawandel, den Treibhausgasinventaren sowie weitere Informationen zum Kyoto-Protokoll. Danach wird das Nationale System beschrieben, welches gemäß Artikel 5.1 des Kyoto-Protokolls die Erfüllung aller Berichtspflichten zu atmosphärischen Emissionen und zu Einbindungen in Senken unterstützen und sicherstellen soll. Weiterhin werden in diesem Kapitel die grundlegenden Prinzipien und Methoden, mit denen die Emissionen und Senken der IPCC-Kategorien

¹ Entscheidung Nr. 280/2004/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Februar 2004 über ein System zur Überwachung der Treibhausgasemissionen in der Gemeinschaft und zur Umsetzung des Kyoto-Protokolls (ABl. EU L 49 S. 1)

berechnet werden, eine Kurzfassung der Hauptkategorienanalyse sowie das Qualitäts-System Emissionsinventare (QSE) beschrieben. Abgeschlossen wird das Kapitel durch Texte zur Unsicherheitenanalyse und einer Analyse der Vollständigkeit.

Kapitel 2 gibt einen generellen Überblick über die Entwicklung der Emissionen von direkten und indirekten Treibhausgasen sowie der Einbindung von Kohlendioxid in Senken.

In den **Kapiteln 3 bis 9** werden Angaben zu den einzelnen Quell- und Senkengruppen gemacht, neben einer allgemeinen Beschreibung und Informationen zur angewendeten Methodik finden sich in den Unterkapiteln auch Informationen zu den Unsicherheiten, zu Qualitätssicherung und -kontrolle, durchgeführten Rückrechnungen und geplanten Verbesserungen in der jeweiligen Quell- oder Senkengruppe.

In Reflexion auf die Ergebnisse der in den letzten Jahren durchgeführten Überprüfungen wurden Inventare, Nationales System und das Qualitäts-System Emissionsinventare weiter verbessert. Genauere Angaben zu Rückrechnungen und Informationen zu den durchgeführten Verbesserungen und Änderungen gegenüber dem letzten Treibhausgasinventar sind in **Kapitel 10** zu finden.

Im **Teil II des NIR** werden der vorgegebene Gliederung (annotated NIR) entsprechend die erweiterten Anforderungen der Kyoto-Berichterstattung zusammengefasst, die **Kapitel 11 bis 16** stellen den sog. „Kyoto-NIR“ dar.

In **Kapitel 11** findet sich alle Informationen zur Kyoto-Berichterstattung des Bereichs Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF), insbesondere die gewählte Walddefinition, Details zur Technik der Landklassifizierung sowie alle Angaben zu den gewählten Aktivitäten nach Artikel 3.3 und 3.4 des Kyoto-Protokolls.

Kapitel 12 befasst sich ganz mit der Buchhaltung der Kyoto-Einheiten, in Deutschland durch die Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt).

Kapitel 13 und 14 geben eine Übersicht über die Änderungen des Nationalen Systems und bei der Deutschen Emissionshandelsstelle, um Einflüsse auf die Kyoto-Berichterstattung auszuschließen.

Das **Kapitel 15** listet alle Maßnahmen auf, die Deutschland zur Minimierung der negativen Einflüsse nach Artikel 3, Absatz 14 durchführt.

Kapitel 16 enthält ggf. weitere Informationen zur Kyoto-Berichterstattung.

Die Anhänge 1 bis 7 in **Kapitel 17-23** enthalten detailliertere Beschreibungen von Hauptkategorien, den einzelnen Quellgruppen, dem CO₂-Referenzverfahren, der Vollständigkeit, dem Nationalen System und dem Qualitätssystem, zur Emissionsdatenbank ZSE und den Unsicherheiten.

Detailliertere Angaben zu einzelnen Bereichen sind der angegebenen weiterführenden Literatur in **Kapitel 24** zu entnehmen.

Das Treibhausgasinventar wird durch das Umweltbundesamt berechnet und zusammengestellt. Daten zu Emissionen und Senken aus der Landwirtschaft, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft wurden vom Johann Heinrich von Thünen-Institut (TI) bereitgestellt.

0.1 Hintergrundinformationen zu Treibhausgas-Inventaren und Klimawandel (ES.1)

0.1.1 Hintergrundinformationen zum Klimawandel (ES1.1)

Seit Beginn der Industrialisierung werden deutliche überregionale bzw. globale Änderungen im Stoffhaushalt der Atmosphäre als Folge menschlicher Aktivitäten beobachtet. So stiegen weltweit die Konzentrationen von Kohlendioxid (CO₂) um ca. 35 %, die von Methan (CH₄) um 145 % und die von Distickstoffoxid (N₂O) um 18 % gegenüber den Werten vorindustrieller Zeiten. Zum Teil gelangen völlig neue Stoffe wie Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), Halone, vollfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW), teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW) und Schwefelhexafluorid (SF₆) in die Atmosphäre, die in der Natur praktisch nicht vorkommen, sondern fast ausschließlich durch den Menschen erzeugt werden. Der vierte Sachstandsbericht der Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC)² verdeutlicht den Einfluss des Menschen auf das Klima wissenschaftlicher Fakt ist.

0.1.2 Hintergrundinformationen zu den Treibhausgas-Inventaren (ES1.2)

Mit dem Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls im Februar 2005 ist die internationale Staatengemeinschaft verpflichtet, verbindliche Handlungsziele und Umsetzungsinstrumente für den globalen Klimaschutz zu realisieren. Die Europäische Gemeinschaft (damals mit 15 Mitgliedstaaten) hat in diesem Rahmen die Verpflichtung übernommen, ihre Treibhausgasemissionen im Zeitraum 2008–2012 gegenüber dem Basisjahr (1990 bzw. 1995³) um 8 % zu mindern. Diese Verpflichtung wurde innerhalb der EU im Rahmen einer Lastenteilung⁴ zwischen den beteiligten Mitgliedstaaten aufgeteilt. Danach hat Deutschland mit der Verpflichtung zu einer Emissionsminderung von 21 % gegenüber dem Basisjahr einen erheblichen Beitrag zur Erfüllung der EU-Verpflichtung übernommen. Mit entsprechendem Interesse werden die deutschen Maßnahmen, aber auch die Berechnungen zu Emissionsminderungen verfolgt.

0.1.3 Hintergrundinformationen zu ergänzenden Informationen wie nach Artikel 7, Absatz 1 des Kyoto-Protokolls gefordert (ES.1.3)

Im vorliegenden Bericht werden entsprechend der Entscheidung 15/CMP.1 ergänzende Informationen nach Artikel 7 Absatz 1 des Kyoto-Protokolls zur Unterstützung des Überprüfungsprozesses des Kyoto-Protokolls bereitgestellt. Diese Informationen beziehen sich auf:

- Generelle Informationen zur Inventarermittlung im Zusammenhang mit der Berichterstattung nach Artikel 3 Absatz 3 sowie für die gewählten zusätzlichen Aktivitäten nach Artikel 3 Absatz 4 des Kyoto-Protokolls; (Siehe Kapitel 11)
- Informationen zu den Zertifikaten des Kyoto-Protokolls im Zusammenhang mit den Entscheidungen 13/CMP.1 und 5/CMP.1; (Siehe Kapitel 12)

² IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007, im Internet unter: <http://www.ipcc.ch/ipccreports/assessments-reports.htm>

³ Für HFC, PFC und SF₆

⁴ burden sharing agreement, beschlossen mit Entscheidung 2002/358/EG des Rates vom 25. April 2002 über die Genehmigung des Protokolls von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen im Namen der Europäischen Gemeinschaft sowie die gemeinsame Erfüllung der daraus erwachsenden Verpflichtungen [Amtsblatt L 130 vom 15.5.2002]

- Informationen zu Änderungen des Nationalen Systems der Emissionsberichterstattung nach Artikel 5 Absatz 1 des Kyoto-Protokolls; (Siehe Kapitel 13)
- Informationen zu Änderungen des Nationalen Registers; (Siehe Kapitel 14)
- Informationen zur Minimierung negativer Einflüsse entsprechend Artikel 3 Absatz 14 des Kyoto-Protokolls; (Siehe Kapitel 15)

0.2 Zusammengefasste Emissionen von Treibhausgasen sowie deren Einbindung in Senken und Emissionen und Einbindungen aus KP-LULUCF-Aktivitäten (ES.2)

0.2.1 Treibhausgas-Inventar (ES.2.1)

Bis zum Jahr 2011 konnte die Verpflichtung Deutschlands im Rahmen der o.g. europäischen Lastenteilung mit einer Minderung von 25,6 % gegenüber den 2007⁵ festgelegten Basisjahremissionen in Höhe von 1.232.429,543 Gg CO₂-äquivalent erfüllt werden. Die Emissionen im Jahre 2011 sind insgesamt gegenüber dem starken Vorjahr um 2,9 % gefallen, so dass die Emissionen nur knapp über dem Niveau des durch die globale wirtschaftliche Krise geprägten Jahres 2009 liegen (vgl. Kapitel 2.1).

⁵ Im Ergebnis der 2007 erfolgten Überprüfung des Initial Reports und der Berichterstattung des Jahres 2006 entsprechend Artikel 8 des Kyoto-Protokolls sind – unabhängig von weiteren möglichen Verbesserungen der Datengrundlagen – die Bezugsgrößen für die Erreichung der Minderungsverpflichtung des Kyoto-Protokolls festgelegt. Die Minderungsverpflichtung für Deutschland liegt gemäß den Verpflichtungen des Kyoto-Protokolls und der EU-Lastenteilung (Ratsentscheidung 2002/358/EG) bei 21 %.

Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland, nach Treibhausgasen (ohne CO₂ aus LULUCF)

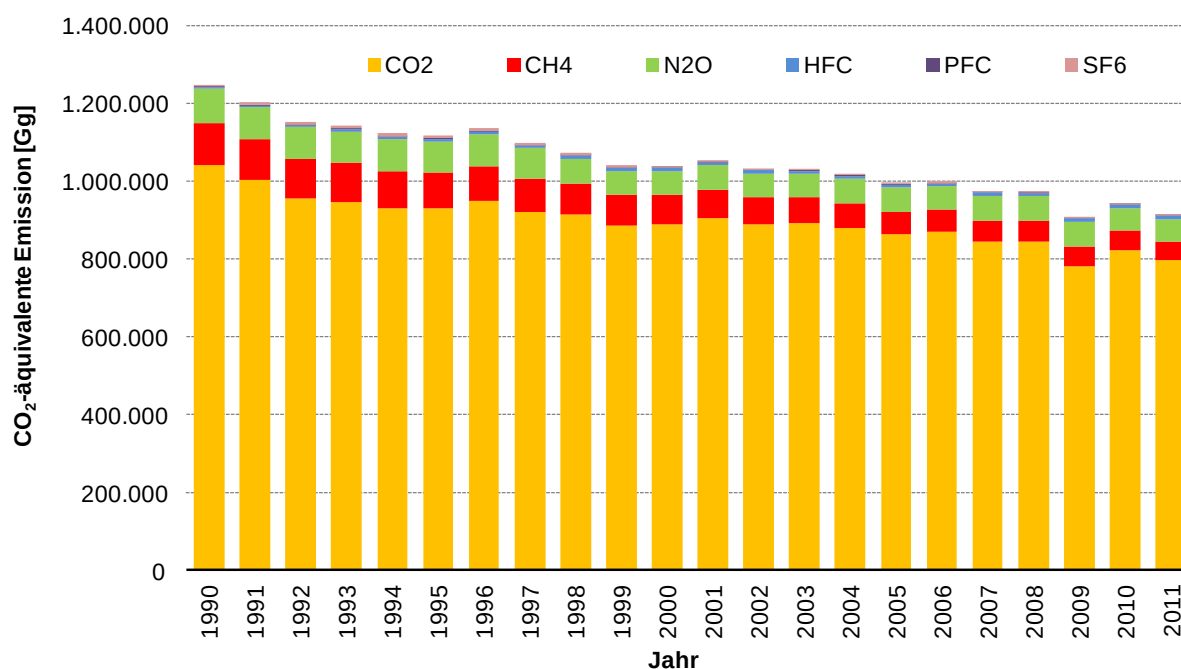


Abbildung 1: Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland seit 1990, nach Treibhausgasen⁶.

Die einzelnen Treibhausgase trugen dabei in unterschiedlichem Maße zu dieser Entwicklung bei (siehe Tabelle 1). Dies ist bei der Berücksichtigung der unterschiedlichen Anteile der einzelnen Treibhausgase an den Gesamtemissionen eines Jahres auch nicht verwunderlich (siehe Tabelle 2). Detaillierte Tabellen finden sich im Anhangkapitel 22.3.

Auch im Jahr 2011 war die Freisetzung von Kohlendioxid mit einem Anteil von 87,1 % Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen. Diese stammten größtenteils aus der stationären und mobilen Verbrennung fossiler Energieträger. Durch den überdurchschnittlichen Rückgang der Emissionen der anderen Treibhausgase ist der relative Anteil der CO₂-Emissionen an den gesamten Treibhausgasemissionen seit dem Basisjahr um 4 Prozentpunkte gestiegen. Die überwiegend durch Tierhaltung, Brennstoffverteilung und Deponiewirtschaft verursachten Methanemissionen (CH₄) hatten 2010 einen Anteil von 5,3 %. Lachgasemissionen (N₂O) wurden hauptsächlich durch die Landwirtschaft, Industrieprozesse und die Verbrennung fossiler Brennstoffe verursacht und trugen zu 6,2 % zu den Treibhausgasfreisetzungen bei. Die fluorierten Kohlenwasserstoffe (die sogenannten F-Gase) trugen etwa 1,4 % zu den Gesamtemissionen bei. Die Verteilung der Treibhausgasemissionen in Deutschland ist typisch für ein hoch entwickeltes und industrialisiertes Land.

⁶ CO₂-Emissionen und Festlegungen in Böden werden unter Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft berichtet.

Tabelle 1: Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe

THG Emissionen / Einbindungen, CO ₂ -äquivalent (Gg)	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Netto-CO ₂ - Emissionen/ - Einbindungen	1.005.890	895.151	856.337	871.823	877.524	854.680	853.256	791.974	834.511	807.118
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	1.041.914	930.781	891.400	864.716	870.739	847.397	845.761	783.734	826.063	798.058
CH ₄	109.950	92.635	75.104	59.484	56.896	54.226	53.609	51.510	50.388	48.845
N ₂ O	86.804	79.600	61.669	61.179	60.362	62.026	63.457	63.489	54.897	57.144
HFC	4.592	7.012	7.623	8.640	8.708	8.742	8.843	9.443	8.963	9.177
PFC	2.627	1.780	792	695	550	484	472	338	285	230
SF ₆	4.642	6.779	4.269	3.480	3.398	3.334	3.115	3.065	3.194	3.316
Gesamt- Emissionen / - Einbindungen inkl. LULUCF	1.214.506	1.082.957	1.005.794	1.005.301	1.007.438	983.492	982.752	919.818	952.239	925.830
Gesamt- Emissionen ohne CO₂ aus LULUCF	1.250.529	1.118.588	1.040.857	998.194	1.000.653	976.209	975.257	911.578	943.791	916.769
THG Emissionen/Senke n, nach Quell- und Senkengruppen, CO₂-äquivalent (Gg)	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1. Energie	1.020.323	902.094	856.189	824.214	828.818	804.887	805.221	751.531	789.179	760.572
2. Industrieprozesse	94.271	96.884	77.514	78.841	79.616	81.737	78.920	72.175	68.738	69.388
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	4.477	3.553	2.909	2.052	2.074	1.949	1.812	1.626	1.882	1.794
4. Landwirtschaft	87.963	75.866	76.021	71.423	69.896	68.752	71.624	69.618	68.365	70.360
5. Landnutzung, - sänderung & Forstwirtschaft	-35.758	-35.370	-34.802	7.372	7.051	7.546	7.759	8.510	8.721	9.335
CO ₂	-36.024	-35.630	-35.063	7.107	6.785	7.283	7.495	8.240	8.448	9.060
N ₂ O & CH ₄	266	260	261	264	266	263	264	270	272	274
6. Abfall	43.230	39.931	27.963	21.399	19.983	18.621	17.416	16.359	15.354	14.381

Tabelle 2: Anteile an der Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe

THG Emissionen/Senken, Anteile Treibhausgase ohne CO ₂ aus LULUCF (%)	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	83,3	83,2	85,6	86,6	87,0	86,8	86,7	86,0	87,5	87,1
CH ₄	8,8	8,3	7,2	6,0	5,7	5,6	5,5	5,7	5,3	5,3
N ₂ O	6,9	7,1	5,9	6,1	6,0	6,4	6,5	7,0	5,8	6,2
HFC	0,4	0,6	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0
PFC	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SF ₆	0,4	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
Summe	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

THG Emissionen/Senken, Anteile Quell- & Senkengruppen ohne CO ₂ aus LULUCF (%)	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1. Energie	81,6	80,6	82,3	82,6	82,8	82,5	82,6	82,4	83,6	83,0
2. Industrieprozesse	7,5	8,7	7,4	7,9	8,0	8,4	8,1	7,9	7,3	7,6
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
4. Landwirtschaft	7,0	6,8	7,3	7,2	7,0	7,0	7,3	7,6	7,2	7,7
5. Landnutzung, - sänderung & Forstwirtschaft (N ₂ O)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6. Abfall	3,5	3,6	2,7	2,1	2,0	1,9	1,8	1,8	1,6	1,6
Summe	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Informationen zu den Trends finden sich in Kapitel 2, alle detaillierten Tabellen zur Trenddiskussion finden sich im Anhangkapitel 22.3.

0.2.2 KP-LULUCF-Aktivitäten (ES.2.2)

Die Einbindungen von CO₂ unter Artikel 3.3 haben im Vergleich zu 2010 um 0,8 % zugenommen. Die N₂O-Emissionen sind um 1,3 % gestiegen.

Die Einbindungen von CO₂ unter Artikel 3.4 durch die Aktivität Forest Management ist im Berichtszeitraum nahezu konstant geblieben. Emissionen von CH₄ sind (Waldbrände) ist gegenüber dem Vorjahr um 58,8 % gesunken, während Emissionen von N₂O konstant geblieben sind.

0.3 Zusammengefasste Emissionsschätzungen und Trends der Quell- und Senkengruppen, inklusive KP-LULUCF-Aktivitäten (ES.3)

0.3.1 Treibhausgas-Inventar (ES.3.1)

In Abbildung 2 ist der Beitrag der einzelnen Quell- bzw. Senkengruppen an den Gesamtemissionen der Treibhausgase dargestellt. Hier werden die relativ konstanten relativen Anteile der einzelnen Quell- bzw. Senkengruppen und die absolute Dominanz der energiebedingten Emissionen deutlich. Letztere nahmen absolut im zeitlichen Verlauf kontinuierlich ab. Diesen Trend überlagernde Fluktuationen im Zeitverlauf sind größtenteils temperaturbedingt. Unterschiedliche Temperaturverläufe im Winter beeinflussen das Heizverhalten und damit den Energieverbrauch zur Erzeugung von Raumwärme, mit großen Auswirkungen auf den jährlichen Trend der energiebedingten CO₂-Emissionen.

Insgesamt gingen die Emissionen der Treibhausgase gegenüber dem Basisjahr der Berichterstattung 2006⁷ mit Emissionen in Höhe von 1.232.429,543 Gg CO₂-äquivalent deutlich zurück (Rückgang der CO₂-Äquivalentemission um 25,6 %). Betrachtungen der einzelnen Komponenten belegen diesen Trend in unterschiedlicher Ausprägung. Gegenüber den Basisjahremissionen betragen die Emissionsveränderungen bei den mengenmäßigen Haupttreibhausgasen Kohlendioxid (CO₂) - 23,4 %, bei Methan (CH₄) - 55,6 % und bei Lachgas (N₂O) - 34,2 %. Bei den so genannten F-Gasen, die insgesamt etwa 1,4 % zu den Treibhausgasemissionen beitragen ist diese Entwicklung dagegen nicht ganz so einheitlich. In Abhängigkeit von der Einführung neuer Technologien sowie der Verwendung dieser Stoffe als Substitute sanken die Emissionen seit dem Basisjahr 1995 bei SF₆ um 51,1 % und bei FKW um 87,1 %, wohingegen sie bei den H-FKW um 30,9 % anstiegen.

Gegenüber dem starken Vorjahr 2010 sanken die Gesamtemissionen um 2,9 %, vor allem geprägt durch den witterungsbedingten Rückgang der CO₂-Emissionen aus den Haushalten (-22,4%) und Gewerbe, Handel & Dienstleistungen (-10,7%). Über die letzten 3 Jahre gesehen überlagerten hingegen die Auswirkungen der globalen Wirtschaftskrise alle anderen Effekte.

Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland, nach Quellgruppen (ohne CO₂ aus LULUCF)

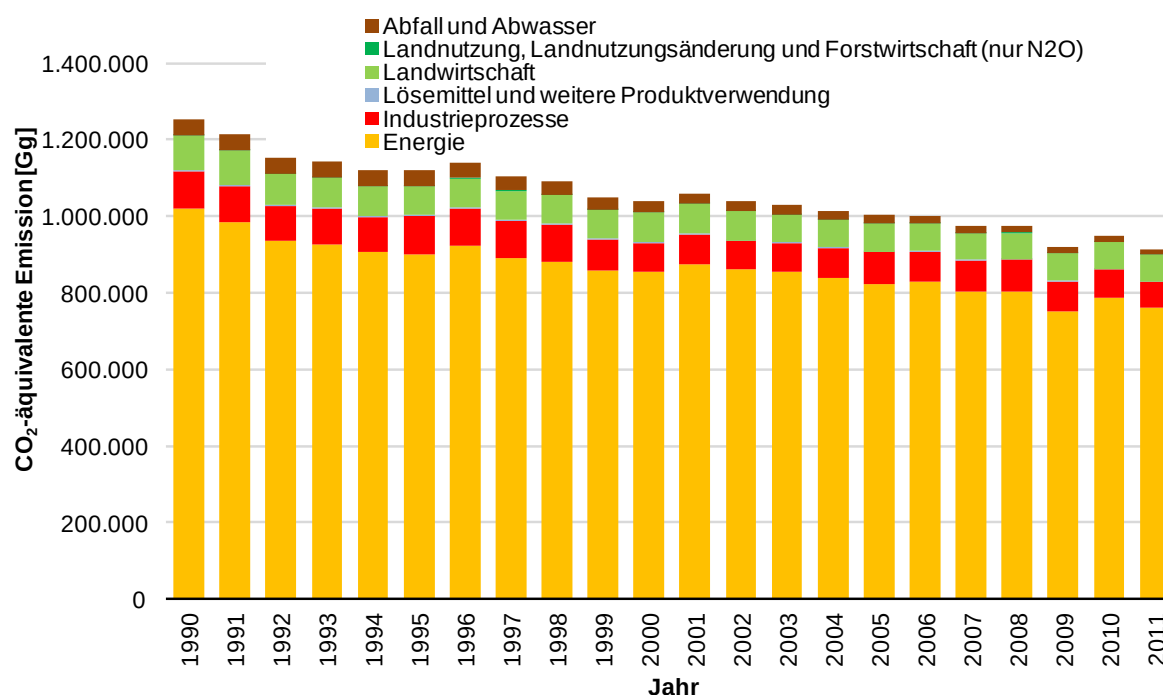


Abbildung 2: Emissionsentwicklung in Deutschland seit 1990, nach Quellgruppen⁸.

⁷ Im Ergebnis der Überprüfung des Initial Reports und der Berichterstattung des Jahres 2006 entsprechend Artikel 8 des Kyoto-Protokolls sind – unabhängig von weiteren möglichen Verbesserungen der Datengrundlagen – die Bezugsgrößen für die Erreichung der Minderungsverpflichtung des Kyoto-Protokolls festgelegt. Die Minderungsverpflichtung für Deutschland liegt gemäß den Verpflichtungen des Kyoto-Protokolls und der EU-Lastenteilung (Ratsentscheidung 2002/358/EG) bei 21 %.

⁸ CO₂-Emissionen und Festlegungen in Böden werden unter Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft berichtet.

In Abbildung 3 wird die relative Entwicklung der Emissionen aus den Verursachergruppen seit 1990 dargestellt. Die deutlichste Minderung trat hier im Bereich der Abfallemissionen auf. Hier haben die Einführung eines verstärkten Recyclings von wiederverwertbaren Stoffen (Verpackungsverordnung) und die Verwertung als Kompost (Bioabfallverordnung) zu einer Minderung der deponierten Abfallmenge und damit zu einer Minderung der Deponieemissionen geführt. Im Bereich der Emissionen aus den Industrieprozessen haben insbesondere die emissionsmindernden Maßnahmen im Bereich der Adipinsäureproduktion 1997 und 2009 einen großen Effekt. Die Emissionen der Lösemittel- und Produktverwendung sanken deutlich durch die zurückgehende Anwendung von N₂O zu Narkosezwecken. Die Entwicklung der Emissionen aus der Landwirtschaft folgt im Wesentlichen dem Verlauf der Tierbestandsangaben. Eine detaillierte Betrachtung der Emissionsentwicklung findet sich in Kapitel 2, Trends der Treibhausgase.

Relative Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen, nach Quellgruppen

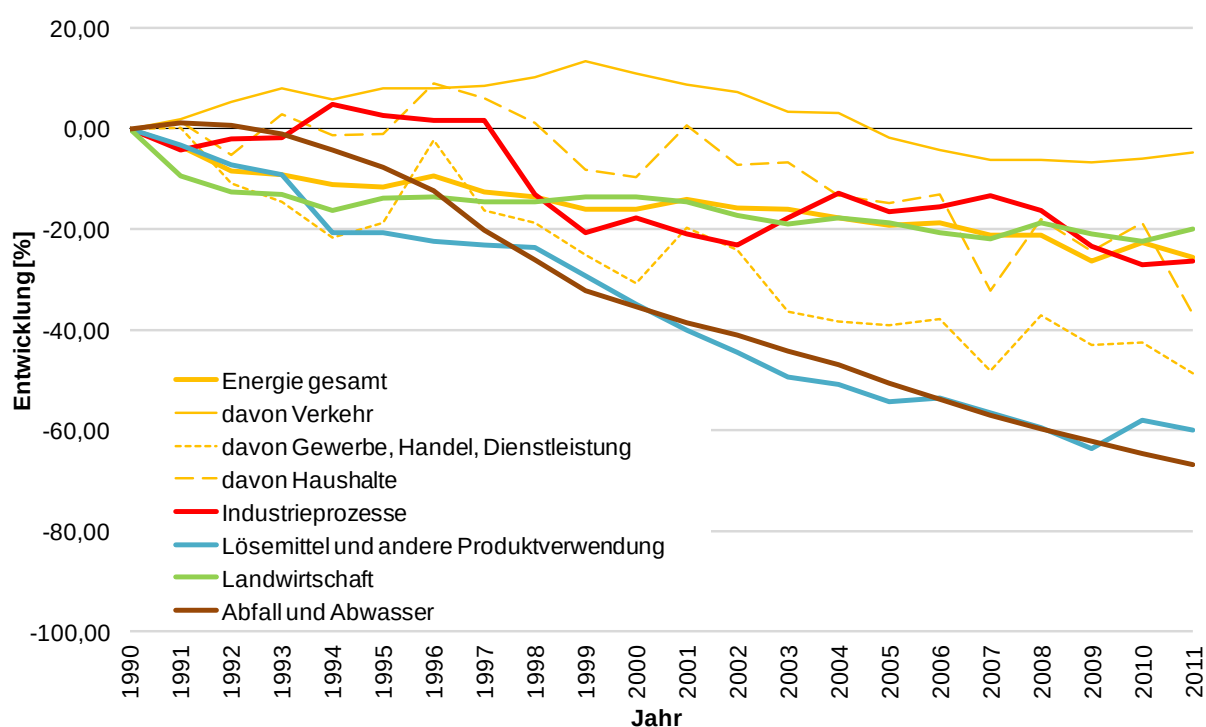


Abbildung 3: Relative Entwicklung der Treibhausgasemissionen seit 1990 nach Quellgruppen^{9,10}

0.3.2 KP-LULUCF-Aktivitäten (ES.3.2)

Deutschland berichtet unter KP-LULUCF Artikel 3 Absatz 3 sowie Forest Management für die gewählten zusätzlichen Aktivitäten nach Artikel 3 Absatz 4 des Kyoto-Protokolls. Berichtet werden die Treibhausgase Kohlenstoffdioxid, Methan und Lachgas.

Unter Artikel 3.3 werden Einbindungen von -5.633,58 Gg CO₂-äquivalent berichtet. Die Einbindung setzt sich zusammen aus der Einbindung durch Aufforstung und Wiederaufforstung von -5.772,26 Gg CO₂-äquivalent und aus Emissionen von Entwaldung

⁹ CO₂-Emissionen und Festlegungen in Böden werden unter Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft berichtet.

¹⁰ Bezugspunkt sind die Emissionen des Jahres 1990 (=100%), nicht das Basisjahr.

von 138,68 Gg CO₂-äquivalent. Unter Entwaldung werden Emissionen von CO₂ mit 138,64 Gg CO₂ und von N₂O mit 0,04 Gg CO₂-äquivalent berichtet.

Unter Artikel 3.4 werden Einbindungen von -27.681,89 Gg CO₂-äquivalent berichtet. Die Einbindung setzt sich zusammen aus der Einbindung von -30.301,83 Gg CO₂-äquivalent und durch die Emission von 2.629,94 Gg CO₂-äquivalent. Unter Artikel 3.4 werden Einbindungen von CO₂ mit -27.748,47 Gg CO₂ und Emissionen von N₂O mit 65,27 Gg CO₂-äquivalent und CH₄ mit 1,33 Gg CO₂-äquivalent berichtet.

Für Aufforstungsflächen konnte eine Zunahme für die Einbindung von -72,45 Gg CO₂-äquivalent zwischen 2010 und 2011 ermittelt werden. Bei der Entwaldung ist ein leichter Anstieg der Emissionen um 27,07 Gg CO₂-äquivalent zu beobachten. Dagegen nimmt die Einbindung bei der Waldbewirtschaftung zwischen 2010 und 2011 leicht ab. Die Abnahme beträgt 15,32 Gg CO₂-äquivalent (siehe auch Tabelle 15 in Kapitel 2.5).

1 EINLEITUNG

1.1 Hintergrundinformationen zu Treibhausgas-Inventaren, Klimawandel und ergänzende Informationen wie nach Artikel 7, Absatz 1 des Kyoto-Protokolls gefordert

1.1.1 Hintergrundinformationen zum Klimawandel

Klimawandel ist die Veränderung der durchschnittlichen Witterungsverhältnisse und der Extremereignisse über einen längeren Zeitraum in einem bestimmten Gebiet oder global.

Klimaänderungen können folgende Ursachen haben:

- Veränderungen so genannter geostrophysikalischer Parameter wie Solarkonstante, Erdbahnelemente u.a.
- Veränderungen der Erdoberfläche
- Änderungen des Energiehaushaltes im System "Erdoberfläche und Atmosphäre"
- Änderungen des Stoffhaushaltes der Atmosphäre (wie die Änderungen der Treibhausgaskonzentration).

Treibhausgase, zu denen neben Kohlendioxid, Lachgas, Methan, Ozon und andere Gase insbesondere auch Wasserdampf, als das wichtigste natürliche Treibhausgas gehört, haben eine besondere Eigenschaft. Sie lassen die von der Sonne (vor allem im sichtbaren, kurzwelligen Bereich) auf die Erde fallende, energiereiche Strahlung nahezu ungehindert passieren, absorbieren aber teilweise die im Gegenzug von der erwärmten Erde ausgehende langwellige Strahlung. Hierdurch werden sie in einen energetisch angeregten Zustand versetzt, um nach kurzer Zeit unter Aussendung infraroter Strahlung wieder in den ursprünglichen Grundzustand zurückzukehren. Die Aussendung von Wärmestrahlung erfolgt gleichwertig in alle Raumrichtungen, d.h. zu einem erheblichen Anteil auch zurück zur Erdoberfläche (*thermische Gegenstrahlung*). Damit diese zusätzlich zugeführte Energiemenge dennoch abgestrahlt werden kann (aus Gründen des dynamischen, energetischen Gleichgewichts, in dem sich Erde und Atmosphäre im Mittel befinden, muss dies erfolgen), muss die Erde eine entsprechend höhere Temperatur aufweisen. Dies ist eine vereinfachte Darstellung des Treibhauseffektes.

Ohne die natürlicherweise vorkommenden Treibhausgase wäre ein Leben auf unserem Planeten nicht möglich. Statt einer globalen Erdmitteltemperatur von ca. 15°C würde eine

mittlere Temperatur von etwa -18°C auf der Erde zu verzeichnen sein. Der natürliche Treibhauseffekt sichert also unser irdisches Leben.

Seit Beginn der Industrialisierung hat der Mensch insbesondere durch seine energieintensive Lebensweise und die damit verbundenen Emissionen von Treibhausgasen deutliche Veränderungen im Stoffhaushalt der Atmosphäre hervorgerufen. Seit 1750 stiegen weltweit die Konzentrationen von Kohlendioxid (CO_2) um ca. 39 % im Jahr 2011 (Global Carbon Project, 2012), die von Methan (CH_4) hat sich mehr als verdoppelt und die von Distickstoffoxid (N_2O) stieg um etwa 19 % (BLASING, T.J., 2012). Zum Teil gelangten völlig neue Stoffe wie Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), Halone, vollfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW), teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW) und Schwefelhexafluorid (SF_6) in die Atmosphäre, die in der Natur praktisch nicht vorkommen, sondern fast ausschließlich durch den Menschen erzeugt werden. Die Treibhausgase sind so genannte Spurengase, aber ihre Wirkung ist erheblich. Durch ihre Konzentrationszunahme kommt es zum anthropogenen (durch den Menschen verursachten) Treibhauseffekt der eine Verstärkung des (natürlichen) Treibhauseffektes darstellt.

Aus dem Vierten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen des IPCC (2007) geht klar hervor: Beobachtungen und Messungen zeigen eine eindeutige Erwärmung des Klimasystems gegenüber dem vorindustriellen Zustand, für die der Mensch die Hauptverantwortung trägt: Der globale Erwärmungsprozess zeigt sich deutlich beim Anstieg der mittleren globalen bodennahen Lufttemperatur von $0,76^{\circ}\text{C}$ im Zeitraum 2001 bis 2005 gegenüber den vorindustriellen Werten (1859 bis 1899) und der durchschnittlichen Temperatur der Weltmeere (Schicht 0 bis 700 m um $0,10^{\circ}\text{C}$ von 1961 bis 2003), dem ausgedehnten Abschmelzen von Schnee und Eis und dem Anstieg des mittleren globalen Meeresspiegels. Diese Entwicklung hat sich lt. IPCC (2007) verstärkt und die Erwärmungsrate der letzten 50 Jahre (1996 bis 2005) ist doppelt so hoch wie die der letzten 100 Jahre (IPCC 2007: S. 237, WG I). Die Veränderung des Klimas hat weit reichende Auswirkungen auf ökologische und gesellschaftliche Systeme mit bedrohlichen Folgen.

Um gefährliche Auswirkungen des Klimawandels zu verhindern, darf eine globale Erwärmung von 2°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau (davon sind $0,7^{\circ}\text{C}$ bereits erreicht) nicht überschritten werden. Dazu muss bis spätestens 2020 der Höhepunkt der Treibhausgasemissionen erreicht und eine Trendwende herbeigeführt sein und bis 2050 ist lt. IPCC (2007) eine Minderung der globalen Emissionen um mindestens 50 % gegenüber dem Jahr 2000 dringend erforderlich, um die Temperaturerhöhung auf 2 bis $2,4^{\circ}\text{C}$ zu begrenzen.

1.1.2 Hintergrundinformationen zu den Treibhausgas-Inventaren

Die Staaten der Welt haben früh erkannt, dass aufgrund der zu erwartenden Temperaturänderungen Gefahren für die Ökosysteme und die menschliche Zivilisation drohen, weil diese Änderungen relativ schnell erfolgen und sich die bestehenden Systeme nicht so schnell ohne Schäden an die neuen Klimaverhältnisse anpassen können.

1992 wurde in Rio de Janeiro das Rahmenabkommen über Klimaänderungen (Klimarahmenkonvention) von fast allen Staaten der Welt verabschiedet. Seit 1994 müssen die in Annex I der Klimarahmenkonvention benannten Staaten jährlich zum 15. April ein Inventar der Treibhausgase an das Sekretariat der Klimarahmenkonvention übermitteln. Es sind Angaben zu den Emissionen und Senken des Basisjahres (1990 für CO_2 , N_2O , CH_4 ;

1995 für HFKW, FKW, SF₆) für alle Jahre bis zwei Jahre vor dem Jahr der Berichterstattung vorzulegen.

Auf der dritten Vertragsstaatenkonferenz in Kyoto wurden erstmals rechtsverbindliche Begrenzungs- und Reduktionsverpflichtungen für die Industrieländer festgelegt. Nach dem Kyoto-Protokoll müssen die Industrieländer ihre Emissionen der sechs Treibhausgase Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffoxid (N₂O), wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW), Perfluorkohlenwasserstoffe (PFKW) und Schwefelhexafluorid (SF₆) im Zeitraum der Jahre 2008 bis 2012 um durchschnittlich 5,2 Prozent vermindern. Die Europäische Gemeinschaft (seinerzeit 15 Mitgliedstaaten) hat im Rahmen des Kyoto-Protokolls die Verpflichtung übernommen, ihre Treibhausgasemissionen bis zum Zeitraum 2008–2012 gegenüber dem Basisjahr um 8 % zu mindern. Diese Verpflichtung wurde in einer Lastenteilung¹¹ zwischen den beteiligten Mitgliedstaaten aufgeteilt, nach der Deutschland mit 21 % Emissionsminderung gegenüber dem Basisjahr einen erheblichen Beitrag zu leisten hat.

Die Wirksamkeit und der Erfolg des Kyoto-Protokolls hinsichtlich der Senkung von weltweiten Treibhausgasemissionen ist von zwei kritischen Faktoren abhängig: Ob die Vertragsstaaten sich an die Regeln des Protokolls halten und ihre Verpflichtungen erfüllen und ob die Emissionsdaten die zur Erfüllungskontrolle genutzt werden, zuverlässig sind. Damit kommt der nationalen Berichterstattung und der anschließenden internationalen Überprüfung von Emissionsinventaren eine Schlüsselrolle zu.

1.1.3 Hintergrundinformationen zu ergänzenden Informationen wie nach Artikel 7, Absatz 1 des Kyoto-Protokolls gefordert (KP NIR 1.1.3.)

Gemäß der Entscheidung 15/CMP.1 der 1. Vertragsstaatenkonferenz des Kyoto-Protokolls müssen alle im ANNEX I der Klimarahmenkonvention aufgeführten Staaten, die auch Mitgliedsstaaten des Kyoto-Protokolls sind, ab dem Jahr 2010 jährliche Inventare vorlegen, um die flexiblen Mechanismen nach Art. 6, 12 und 17 des Kyoto-Protokolls in Anspruch nehmen zu können.

Deutschland hat auf freiwilliger Basis bereits seit 2008 (NIR 2008) mit dieser Berichtspflicht begonnen und sich damit intensiv auf die verpflichtende Berichterstattung nach Art. 7 des Kyoto-Protokolls vorbereitet.

Die erste verpflichtende Berichterstattung 2010 (NIR 2010) wurde im September 2010 im Rahmen eines In-Country-Reviews detailliert überprüft. Diese Überprüfung resultierte in Rekalkulationen für einige Quellgruppen der Berichterstattung 2010 und eine Resubmission der Daten im November 2010. Weitere Anmerkungen des In-Country-Reviews 2010 wurden mit den folgenden Berichterstattungen 2011 und 2012 und nun mit der Berichterstattung 2013 umgesetzt.

Mit der Vorlage des elften Nationalen Inventarberichtes (NIR 2013) legt Deutschland ebenso seinen sechsten Inventarbericht nach dem Kyoto-Protokoll vor, der alle im Art. 7 geforderten Informationen enthält.

Informationen zu den Art. 3.3 und 3.4 des Kyoto-Protokolls (KP-LULUCF) können in Kapitel 11 gefunden werden. Informationen zur Buchführung der Kyoto-Einheiten werden in Kapitel

¹¹ burden sharing agreement, beschlossen mit Ratsentscheidung 2002/358/EG

12 gegeben. Die Änderungen im Nationalen System werden in Kapitel 13 und die in den Nationalen Registern in Kapitel 14 beschrieben. Informationen zur Minimierung der negativen Einflüsse gemäß Art. 3 Abs. 14 des Kyoto-Protokolls enthält das Kapitel 15.

1.2 Beschreibung der Institutionalisierung der Inventarerstellung, inklusive der rechtlichen und prozeduralen Festlegungen zur Planung, Erstellung und Management des Inventars

Artikel 5.1 des *Kyoto-Protokolls* fordert den Aufbau Nationaler Systeme für die Erstellung von Treibhausgasinventaren. Das Nationale System für Deutschland erfüllt die Anforderungen aus den *Guidelines for National Systems* (UNFCCC Decision 19/CMP.1), die nach dem *Kyoto-Protokoll* und der *Entscheidung 280/2004/EG* einzuhalten sind.

Es dient dazu, die Inventarerstellung in Übereinstimmung mit den Prinzipien der Transparenz, Konsistenz, Vergleichbarkeit, Vollständigkeit und Genauigkeit sicherstellen. Dies wird durch die Anwendung der methodischen Vorschriften aus den Revised 1996 *IPCC-Guidelines* und den *IPCC Good Practice Guidance*, durch ein ständiges Qualitätsmanagement und eine kontinuierliche Inventarverbesserung erreicht.

In den letzten Jahren konnte die Institutionalisierung des Nationalen Systems entscheidend vorangebracht werden. Ausgehend von einer Vereinbarung der Staatssekretäre der beteiligten Ministerien geschah dies anfänglich durch die Einrichtung des nationalen Koordinierungsausschusses, einer Hausanordnung für das Umweltbundesamt und durch die Erarbeitung eines Verfahrens zur Nutzung der Monitoring-Daten des Europäischen Emissionshandels. Inzwischen erfolgt die Institutionalisierung vorwiegend durch den Abschluss von Vereinbarungen mit anderen Bundesinstitutionen bzw. mit Industrieverbänden und Einzelunternehmen.

1.2.1 Übersicht über die institutionellen, rechtlichen und prozeduralen Festlegungen zur Erstellung der Treibhausgas-Inventare und ergänzende Informationen wie nach Artikel 7, Absatz 1 des Kyoto-Protokolls gefordert

Das Nationale System wurde in Deutschland im Wesentlichen auf drei Ebenen institutionalisiert; auf ministerieller Ebene, auf Ebene des Umweltbundesamtes und der Ebene außerhalb der Bundesverwaltung.

Auf ministerieller Ebene ist das Nationale System federführend vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) durch eine Vereinbarung der Staatssekretäre der beteiligten Ministerien als Grundsatzpapier „Nationales System zur Emissionsberichterstattung“ vom 05.06.2007 etabliert. Mit der Einbeziehung der Bundesministerien des Innern (BMI); der Verteidigung (BMVg); der Finanzen (BMF); für Wirtschaft und Technologie (BMWi); für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) werden alle wesentlichen Einrichtungen in die Erstellung der Emissionsinventare eingebunden, die einen fachlich hochwertigen Beitrag hierfür leisten können. Im Grundsatzpapier wurden die Zuständigkeiten der Bundesministerien definiert und beschlossen das Nationale System auf bestehenden Datenströmen aufzubauen. Bei Fehlstellen in den Datenströmen sollen diese von den zuständigen Ressorts durch geeignete Aktivitäten geschlossen werden. Zur

Begleitung des Prozesses der Berichterstattung richteten die beteiligten Ministerien einen Koordinierungsausschuss ein (siehe Kapitel 1.2.1.1).

Ebenfalls im Grundsatzpapier „Nationales System zur Emissionsberichterstattung“ wird dem Umweltbundesamt die Aufgaben der Nationale Koordinierungsstelle für Deutschland übertragen (siehe Kapitel 1.2.1.2). Die Nationale Koordinierungsstelle bindet auf der Ebene des Umweltbundesamtes andere Facheinheiten in das Nationale System ein. Zur Koordinierung der Arbeiten innerhalb des Umweltbundesamtes wurde ein Arbeitskreis Emissionsinventare eingerichtet (siehe Kapitel 1.2.1.3). Zur Umsetzung der IPCC Good Practice Guidance zur Qualitätskontrolle und -sicherung innerhalb des Umweltbundesamtes wurde eine Hausanordnung im Jahre 2005 ein Qualitätssystem Emissionen etabliert (siehe Kapitel 1.3.3.1.1).

Darüber hinaus sind außerhalb zahlreiche Institutionen und Organisationen jenseits der Bundesverwaltung in das Nationale System eingebunden (siehe Kapitel 1.2.1.4).

Die folgende Abbildung 4 zeigt die Struktur der drei Ebenen des Nationalen Systems in Deutschland im Überblick.

Das Grundsatzpapier „Nationales System zur Emissionsberichterstattung“ vom 05.06.2007 ist in Anhangkapitel 22.1.1 zu finden.

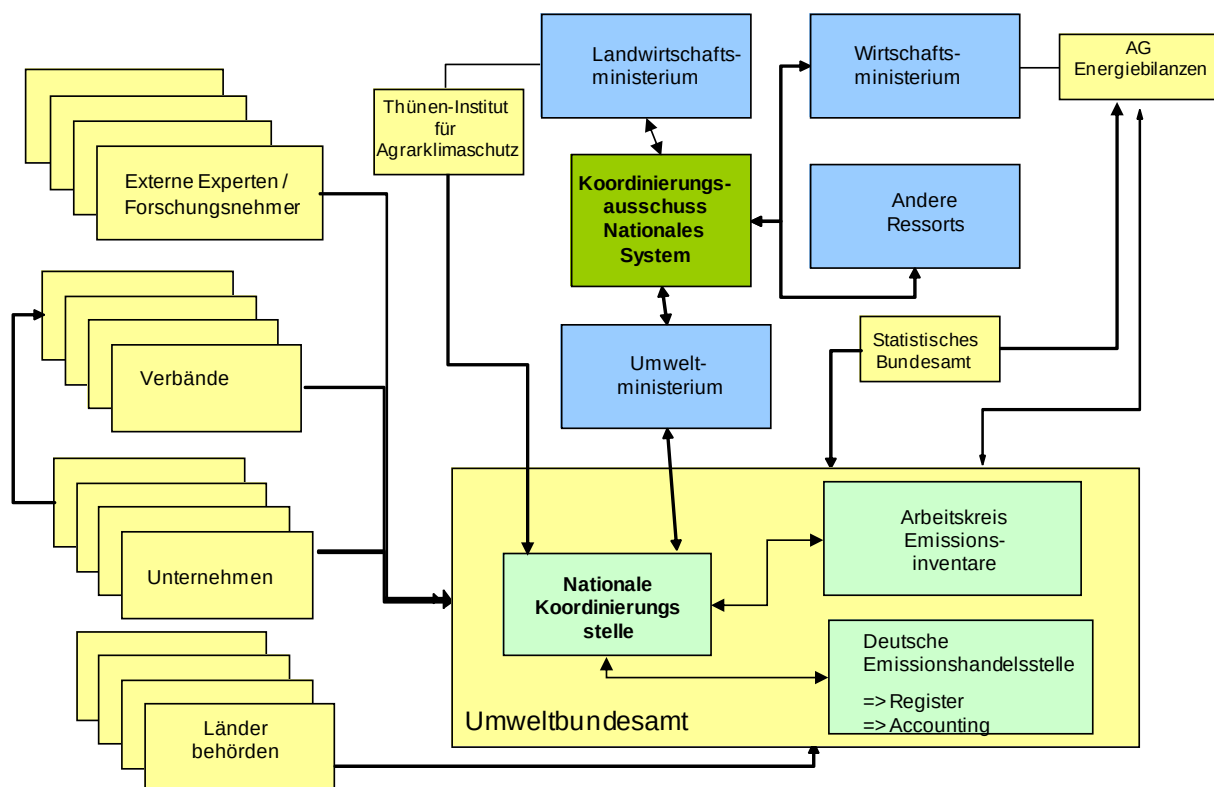


Abbildung 4: Struktur des Nationalen Systems Emissionen (NaSE)

1.2.1.1 Der Nationale Koordinierungsausschuss

Der Staatssekretärsbeschluss vom 05.06.2007 legt in § 2 die Einrichtung eines Koordinierungsausschusses unter Federführung des BMU und Einbezug aller an der Emissionsberichterstattung beteiligten Bundesministerien fest.

Der Koordinierungsausschuss soll den Prozess der Emissionsberichterstattung begleiten und alle zu klärenden Fragen des Nationalen Systems erörtern. Insbesondere berät der Ausschuss Fehlstellen in den Datenströmen und klärt Zweifelsfragen zu Zuständigkeiten.

Des Weiteren entscheidet der Koordinierungsausschuss über die Freigabe der Inventare und der nach den Art. 5, 7 und 8 des Kyoto-Protokolls notwendigen Berichte.

Der Koordinierungsausschuss trat am 21.12.2007 erstmalig zusammen. Er tagt mindestens einmal jährlich auf Einladung des BMU. Zwischen den Sitzungen findet die Abstimmung zwischen den beteiligten Bundesministerien durch elektronische Kommunikation statt.

Der Koordinierungsausschuss ist zu einem festen Bestandteil des Nationalen Systems geworden. Damit wurde die Empfehlung aus dem Initial Review 2007, Paragraph 11 umgesetzt und zur weiteren Institutionalisierung des Nationalen Systems zur Emissionsberichterstattung beigetragen.

1.2.1.2 Koordinierungsstelle des Nationalen Systems

Das Umweltbundesamt (UBA) wurde durch das Grundsatzpapier der Staatssekretäre mit der Wahrnehmung der **Aufgaben der nationalen Koordinierungsstelle** zur Emissionsberichterstattung (Single National Entity) betraut. Die Hausanordnung 11/2005 des UBA hat das Fachgebiet Emissionssituation (FG I 2.6) für die Wahrnehmung dieser Funktion festgelegt.

Zu den Aufgaben der Nationalen Koordinierungsstelle gehört die Planung, Erstellung, und Archivierung der Inventare und die Beschreibung dieser in den Inventarberichten sowie die Qualitätskontrolle und –sicherung bei allen relevanten Prozessschritten. Die *Nationalen Koordinierungsstelle* dient als zentrale Anlaufstelle, koordiniert und informiert alle Teilnehmer des *Nationalen Systems*. Im Zeitraum 2003 bis 2007 hat die Koordinierungsstelle prioritär neue Datenquellen erschlossen. Seit 2008 liegt der Fokus auf der Verbesserung und langfristigen Sicherung vorhandener Datenquellen durch eine Verbesserung der **Institutionalisierung des Nationalen Systems**. In das *Nationale System* einzubindende institutionelle Einrichtungen wurden identifiziert und sukzessive eingebunden (siehe Kapitel 1.2.1.4). Weitere wesentliche Arbeiten beziehen sich auf die Umsetzung des Qualitätssystems Emissionsinventare (siehe Kapitel 1.2.2).

Die Nationale Koordinierungsstelle hat zur Erfüllung ihrer Aufgaben zwei zentrale **Instrumente** entwickelt:

Die Datenbank *Zentrale System Emissionen* (ZSE) des Umweltbundesamtes ist die zentrale, nationale Datenbank zur Emissionsberechnung und -berichterstattung. Sie wird für die zentrale Datenhaltung aller für die Emissionsberechnung benötigten Informationen (Methoden, Aktivitätsraten, Emissionsfaktoren) verwendet. Das ZSE ist das wesentliche Instrument für die Dokumentation und die Qualitätssicherung auf der Datenebene.

Das Qualitätssystem Emissionsinventare (QSE) schafft innerhalb und außerhalb des Umweltbundesamt die erforderlichen Rahmenbedingungen für die Einhaltung einer guten Inventarpraxis und die Durchführung einer routinemäßigen Qualitätssicherung. Es wurde im Umweltbundesamt über die Hausanordnung 11/2005 im Jahr 2005 installiert und umfasst die notwendigen Prozesse, um eine kontinuierliche Qualitätsverbesserung der Treibhausgasemissionsinventare zu ermöglichen. Hierzu gehört die Festlegung der Verantwortlichkeiten sowie der Qualitätsziele hinsichtlich der Methodenwahl, der

Datengewinnung, der Berechnung von Emissionen und der Unsicherheitsbestimmung und die Erfassung der durchgeführten Qualitätsprüfungen sowie deren Ergebnisse (Bestätigung der Zielerreichung oder bei Nichterreichung von Zielen Benennung der geplanten Maßnahmen zur zukünftigen Abhilfe). Zur Umsetzung der kontinuierlichen Qualitätsverbesserung im Rahmen des QSE dient eine Datenbank. Hierin werden alle tabellarischen Dokumente der nationalen QK/QS vorgehalten (QK/QS-Plan, Checklisten, Listen über Verantwortlichkeiten etc.).

Die Verfahren der Qualitätskontrolle sind unter besonderer Berücksichtigung der Arbeitsstrukturen des UBA, unter generellen Gesichtspunkten der Qualitätssicherung und nach den *IPCC Good Practice Guidance* unter Einbindung externer Experten entwickelt worden.

Seit 2008 ist durch die Einbeziehung weiterer Behörden, Institutionen und Inventarexperten in das Qualitätsmanagement über die Vorgabe von Mindestanforderungen an die Datendokumentation, QK/QS und Archivierung das QSE auf das gesamte Nationale System erweitert worden. Das Verfahren erlaubt es anderen Organisationen, auf Ihren vorhandenen Strukturen aufbauend eigene hausspezifische Systeme zur Qualitätssicherung aufzubauen. Dies trägt dem Hinweis des Initial Reviews 2007 in Paragraph 18 Rechnung. Das QSE ist in Kapitel 1.2.2 ausführlich beschrieben.

Das Zusammenwirken dieser Instrumente im Rahmen der Inventarerstellung ist in Abbildung 5 dargestellt.

Nationales System (NaSE)

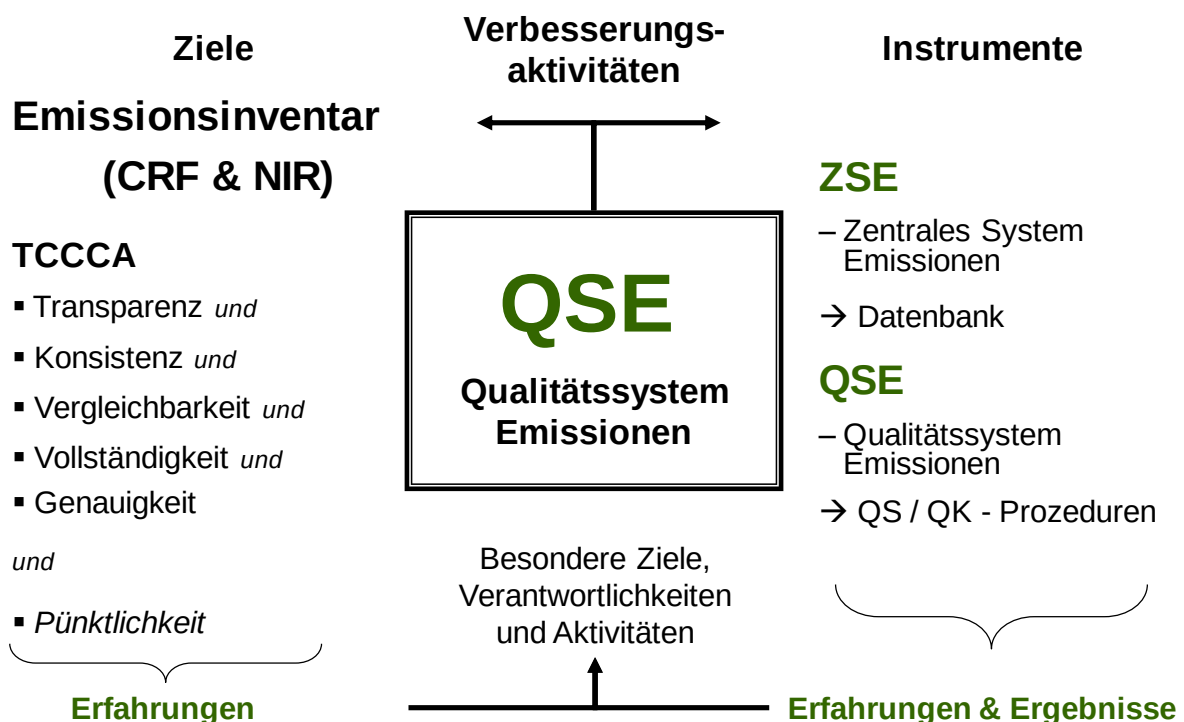


Abbildung 5: NaSE - Ziele und Instrumente

1.2.1.3 Arbeitskreis Emissionsinventare im Umweltbundesamt

Wesentliche Zuarbeiten zu den Inventaren – insbesondere zu den Emissionsfaktoren – erhält die Nationale Koordinierungsstelle aus anderen Arbeitseinheiten des UBA. Die datenseitige Einbindung von Verbänden, Unternehmen und anderen unabhängigen Organisationen in das Nationale System erfolgt ebenfalls in erster Linie über die für konkrete Fragestellungen zuständigen Facheinheiten des UBA.

Für die Koordinierung der Arbeiten innerhalb des Umweltbundesamtes wurde im Jahr 2003 ein *Arbeitskreis Emissionsinventare* eingerichtet, über den seither alle an der Inventarerstellung beteiligten Mitarbeiter des UBA eingebunden werden.

Die Nationale Koordinierungsstelle lädt zweimal jährlich zu Sitzungen des Arbeitskreises ein. Weiterhin sollen zur Erörterung spezifischer Fragestellungen und erforderlicher Festlegungen von Hauslösungen Treffen der betroffenen Mitglieder des Arbeitskreises stattfinden.

Die Bereitstellung notwendiger Informationen erfolgt neben den Veranstaltungen des Arbeitskreises auch über ein Intranetangebot der Nationalen Koordinierungsstelle zur Emissionsberichterstattung.

Zusätzlich erstellt die Nationale Koordinierungsstelle einen monatlichen E-Mail-Newsletter zur Datenbank Zentrales System Emissionen und vierteljährlichen E-Mail-Newsletter zum Nationalen System, die die an der Inventarerstellung beteiligten Mitarbeiter des UBA über Neuerungen informiert.

1.2.1.4 Zusammenarbeit der Nationalen Koordinierungsstelle mit anderen Bundesinstitutionen und Nichtregierungsorganisationen im Rahmen des Nationalen Systems

Durch das Grundsatzpapier „Nationales System zur Emissionsberichterstattung“ haben die beteiligten Bundesministerien ihre Zuständigkeiten für die Quell- und Senkengruppen geregelt.

Weiterhin legt der Beschluss fest, dass auftretende Datenlücken, die in den Zuständigkeitsbereich der benannten Bundesministerien fallen, durch geeignete Aktivitäten dieser Ministerien geschlossen werden sollen. Dies erfolgt, soweit notwendig, in Form der Bereitstellung von vorhandenen Daten bzw. Berechnungen oder gegebenenfalls durch die gesicherte Bereitstellung der erforderlichen Daten durch Dritte.

Für einige Datenströme anderer Bundeseinrichtungen zur Nationalen Koordinierungsstelle sind spezielle Vereinbarungen zwischen der jeweiligen Einrichtung und der Nationalen Koordinierungsstelle nötig.

So ist für die **Datenlieferung des Statistischen Bundesamtes** zur Emissionsberichterstattung in 2009 im Rahmen des 3. Mittelstandsentlastungsgesetzes (MEG 3) eine gesetzliche Regelung getroffen worden. Diese ermöglicht die Bereitstellung von Daten der Energie-, Umwelt- und Produktionsstatistik für die Emissionsberichterstattung, die der statistischen Geheimhaltung unterliegen. Auf dieser Grundlage trat am 13. Januar 2010 eine Verwaltungsvereinbarung zwischen dem Umweltbundesamt und dem *Statistischen Bundesamt* in Kraft, die die Datenlieferungen für die Emissionsberichterstattung spezifiziert. Die Vereinbarung sieht eine jährliche Überprüfung des Datenbedarfs des Umweltbundesamtes vor. Im Juni 2010 wurde die Liste der bereitgestellten Daten erstmalig

überarbeitet. Für die Jahre 2011 und 2012 ergaben sich keine Änderungen des Datenbedarfs.

Durch das Grundsatzpapier „Nationales System zur Emissionsberichterstattung“ wurde darüber hinaus die Zuständigkeit für den Bereich Landwirtschaft und den Bereich LULUCF dem BMELV übertragen. Das BMELV hat seinen nachgeordneten Bereich mit der Durchführung der für die Emissionsberichterstattung erforderlichen Aufgaben beauftragt. Dies geschah mit Erlass vom 29.08.2007 an die damalige Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL). Nach der zum 01.08.2008 erfolgten Umstrukturierung des Geschäftsbereiches werden diese Aufgaben vom **Johann Heinrich von Thünen – Institut (TI)** durchgeführt. Zu den Aufgaben gehören alle Arbeiten aus dem Bereich der Land- und Forstwirtschaft, die zur Sicherstellung der jährlichen Emissionsinventare erforderlich sind, einschließlich der Abfassung des Berichtes. Das TI übersendet Daten und Bericht an die Nationale Koordinierungsstelle.

Das TI hat am 13. Februar 2008 eine Vereinbarung mit dem Statistischen Bundesamt zur Bereitstellung von Emissionsdaten auf Basis der landwirtschaftlichen Statistiken abgeschlossen. Weiterhin gibt es seit dem 07.07.2009 einen Forschungs- und Entwicklungsvertrag zwischen dem TI und dem *Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)*, der benötigte Zuarbeiten für die Emissionsberichterstattung regelt.

Aufgrund der Anforderung des ERT im Rahmen des In-Country-Review 2010 wurde das Konzept zur Erstellung der Emissions- und Kohlenstoffinventare der Quell- und Senkengruppen 4 und 5 (Land- und Forstwirtschaft) inklusive des Qualitätssicherungskonzepts für KP-LULUCF (Art. 3.3. und 3.4 KP) von BMELV und TI grundlegend überarbeitet.

Als Schnittstelle zur Nationalen Koordinierungsstelle im UBA wurde eine Arbeitsgruppe Emissionsberichterstattung am TI eingerichtet, die auch die Zuständigkeit für Planung und QK/QS für die Quellgruppen CRF 4 und CRF 5 inne hat. Damit wird dem Hinweis des Initial Reviews 2007 in Paragraph 16 Rechnung getragen. Außerdem wurde ein Aktionsplan abgearbeitet, der die vom ERT im Review 2010 identifizierten Probleme in der Berichterstattung adressiert und aufzeigt.

Die Koordination der Arbeitsgruppe Emissionsberichterstattung obliegt im TI dem Institut für Agrarrelevante Klimaforschung (AK). Die Berichterstattung für Landwirtschaft und LULUCF obliegt dem selbigen Institut, während die Berichterstattung für Wald unter der Konvention und Artikel 3.3 und 3.4 unter dem Kyoto Protokoll dem TI – Fachinstitut für Waldökologie und -inventuren untergestellt ist.

Die Einbindung der Arbeitsgruppe Emissionsberichterstattung am TI in das Nationale System erfolgt über die direkte (ressortübergreifende) Integration der Arbeitsgruppe in die Kommunikationsstrukturen der Nationalen Koordinierungsstelle. Die Arbeitsgruppe am TI ist ebenso Bestandteil des Arbeitskreises Emissionsinventare (AKEI) im Umweltbundesamt.

Mindestens zweimal jährlich finden zusätzliche Koordinationstreffen zwischen der Arbeitsgruppe am TI und der Nationalen Koordinierungsstelle zur Abstimmung und Information bspw. zu Inventarverbesserungen und Forschungsprojekten statt.

Die **Einbindung von Wirtschaftsverbänden, Unternehmen** und anderen unabhängigen Organisationen erfolgt in erster Linie über die für konkrete Fragestellungen zuständigen

Facheinheiten des Fachbereichs I und III aus dem Umweltbundesamt. Die *Nationale Koordinierungsstelle* leistet den Facheinheiten bei der Diskussion von Berichtsanforderungen und der Bestimmung von erforderlichen Datenflüssen mit den Verbänden Unterstützung. Die Datenströme werden kontinuierlich von der Nationalen Koordinierungsstelle überprüft und soweit nötig durch geeignete Vereinbarungen der Nationalen Koordinierungsstelle mit Verbänden bzw. Unternehmen abgesichert.

Die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) ist vertraglich durch das Bundeswirtschaftsministerium (BMWi) zur Bereitstellung der Energiebilanzen verpflichtet. Ein abgestimmter Zeitplan sichert die rechtzeitige Erstellung einer vorläufigen Energiebilanz für das letzte Berichtsjahr und ihre Übermittlung zum 31. Juli eines jeden Jahres an das Umweltbundesamt für die Inventarerstellung.

Für die Einbeziehung von nicht behördlichen Einrichtungen in das Nationale System wurde in 2008 eine Mustervereinbarung entworfen, über die relevante Akteure verbindlich in die Erstellung der Inventare eingebunden werden. Die Mustervereinbarung wird an die Erfordernisse und Bedürfnisse der jeweiligen Datenlieferanten angepasst. Im Juli 2009 haben das Bundeswirtschaftsministerium und das Umweltbundesamt mit dem Verband der Chemischen Industrie (VCI) und den deutschen Produzenten eine Vereinbarung zur Datenbereitstellung in den Quellgruppen Ammoniak (2.B.1) und Salpetersäure (2.B.2) abgeschlossen. Ebenso konnte mit den in Deutschland ansässigen Produzenten von Adipinsäure (2.B.3) Vereinbarungen zur Datenbereitstellung erzielt werden. Weiterhin wurde eine Verbändevereinbarung dem Industrieverband Bitumen Dach- und Dichtungsbahnen (vdd) in der Quellgruppe Bitumen für Dachbahnen (2.A.5) abgeschlossen. Auf Basis dieser Vereinbarungen erfolgt seit 2009 die Datenbereitstellung in den genannten Quellgruppen für die Emissionsberichterstattung. Die Vereinbarungen mit dem VCI und dem vdd haben nicht nur zu einer langfristigen Sicherung der Datenbereitstellung geführt, sondern ebenso zu einer erheblichen Verbesserung der Datenqualität in den betreffenden Quellgruppen. Damit trägt die Nationale Koordinierungsstelle dem Hinweis auf Paragraph 18 des Initial Reviews 2007 Rechnung.

Im Juni 2011 hat die Nationale Koordinierungsstelle mit Unterstützung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie als zuständiges Ressort eine Kooperationsvereinbarung mit der Wirtschaftsvereinigung Stahl geschlossen. Diese Vereinbarung wurde erforderlich, da zum 31.12.2009 das Statistische Bundesamt aufgrund des Auslaufens der entsprechenden gesetzlichen Grundlage (Rohstoffstatistikgesetz) die Datenerhebung und Veröffentlichung der Fachserie 4 Reihe 8.1 (Eisen- und Stahlstatistik) eingestellt hat. Damit trat in der Verfügbarkeit der Berechnungsgrundlagen für diesen Bereich ein deutlicher Rückschritt und eine erhebliche Fehlstelle in den Datenströmen ein, die durch die neue Kooperationsvereinbarung gelöst werden konnte. Die Kooperationsvereinbarung stellt neben der Datenlieferung der Mitgliedsunternehmen auch die der Nicht-Mitglieder sicher.

Am 31.12.2010 lief die Selbstverpflichtung der Halbleiterproduzenten mit Produktionsstätten in Deutschland, die auch die Grundlage für die Datenbereitstellung für die Quellgruppe 2.F.6 bildet, aus. Die Nationale Koordinierungsstelle hat im August 2012 zur Schließung einer potentiellen Datenlücke eine Kooperationsvereinbarung mit dem Fachverband Electronic Components and Systems (ECS) im Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie

abgeschlossen. Diese wird zukünftig die Datenlieferung an das UBA für die Quellgruppe 2.F.6 langfristig sichern.

1.2.1.5 Verbindlicher Terminplan im Rahmen des Nationalen Systems

Der verbindliche Zeitplan für die Erstellung der Emissionsinventare und des NIR wird allen internen und externen Akteuren über die Intranet-Seite des UBA und durch Veröffentlichung im NIR bekannt gemacht:

11. Mai	Anforderung zur Daten und Berichtstextlieferung durch die Nationale Koordinierungsstelle im UBA an die Fachverantwortlichen
31. Juli	Zulieferung der Energiedaten der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, der statistischen Daten des Statistischen Bundesamtes und der Daten aus den Vereinbarungen mit Verbänden und Unternehmen, die Grundlage für weiterführende Berechnungen sind
bis 01. September	Zulieferungen fertiger Inventardaten aus dem UBA und externer Einrichtungen des NaSE
ab 02. September	Validierung / Rücksprachen der Zulieferungen der Fach- und Qualitätsverantwortlichen unter Berücksichtigung der Überprüfungsergebnisse
bis 01. Oktober	Erstellung der CRF-Zeitreihen und der nationalen Trendtabellen, Endredaktion durch die Nationale Koordinierungsstelle im UBA
08. November	Hausabstimmung UBA
ab 15. November	Abschließende Qualitätssicherung durch QSE-, ZSE- und NIR-Koordinator
25. November	Bericht der Nationalen Koordinierungsstelle zur Einleitung der Ressortabstimmung für die CRF-Daten und den Nationalen Inventarbericht an das BMU
20. Dezember	Freigabe durch Ressortabstimmung (Einleitung durch BMU)
02. Januar	Endredaktion durch die Nationale Koordinierungsstelle im UBA
15. Januar	Bericht (CRF und bestimmte Teile des NIR) an die Europäische Kommission (im Rahmen des CO ₂ Monitoring Mechanismus) und die Europäische Umweltagentur
15. März	Bericht (korrigierte CRF und vollständiger NIR) an die Europäische Kommission (im Rahmen des CO ₂ Monitoring Mechanismus) und die Europäische Umweltagentur
15. April	Bericht an das Klimasekretariat
Mai	Initial Check durch das Klimasekretariat
Juni	Synthesis and Assessment Report I (durch das VN-Klimasekretariat)
August	Synthesis and Assessment Report II (länderspezifisch; durch das VN-Klimasekretariat)
September - Oktober	Inventarüberprüfung durch das Klimasekretariat

1.2.2 Übersicht über die Inventarplanung

Die Expertise von *Forschungseinrichtungen* wird über die Durchführung von Forschungsprojekten im Rahmen des Umweltforschungsplans (UFOPLAN) in die Inventarerstellung eingebunden. Dies erfolgt über die Bearbeitung konkreter Fragestellungen und durch übergreifende Vorhaben, die vor allem der Harmonisierung von Einzelergebnissen für das

Gesamtinventar und der Identifizierung von Fehlstellen bzw. der Lückenschließung von unvollständig erfassten emissionsrelevanten Aktivitäten dienen. In den UFOPLÄNEN 2002-2009 verfügte die Nationale Koordinierungsstelle für die Initiierung von Maßnahmen zur kontinuierlichen Inventarverbesserung jeweils über ein Globalvorhaben *Methodenaktualisierung für die Emissionsberechnung*. Seit dem Jahr 2010 werden Maßnahmen zur kontinuierlichen Inventarverbesserung komplett aus dem Haushaltstitel für Sachverständigenleistungen finanziert. Für die Emissionsberichterstattung wurden der Nationalen Koordinierungsstelle durch das Umweltbundesamt aus dem Haushaltstitel für Sachverständigenleistungen (Titel 526 02, Kapitel 1605) zusätzlich zu den Forschungsmitteln aus dem UFO-Plan ab dem Jahr 2005 Mittel für kurzfristige Aufträge zur Inventarverbesserung in Zuständigkeit des Amtes zugesichert.

1.2.3 Übersicht der Inventarerstellung und –management, inklusive der ergänzenden Informationen wie nach Artikel 7, Absatz 1 des Kyoto-Protokolls gefordert

Bei der Emissionsberichterstattung handelt es sich um einen regelmäßig jährlich ablaufenden Vorgang, der allerdings, da dezentral und von verschiedenen Personen durchgeführt, für verschiedene Teile des Inventars unterschiedlich sein kann. Vor der Einführung des QSE (im Jahre 2005) wurde dieser Prozess daher intensiv untersucht und analysiert. Im Ergebnis unterscheidet das QSE im Gesamtprozess der Emissionsberichterstattung die folgenden Hauptprozesse, die in Kapitel 1.3.2 näher erläutert werden:

- Festlegung der Berechnungsgrundlagen,
- Datengewinnung,
- Datenaufbereitung und Emissionsberechnung sowie der
- Berichterstellung.

Die Hauptprozesse untergliedern sich in Teilprozesse gemäß Abbildung 6.

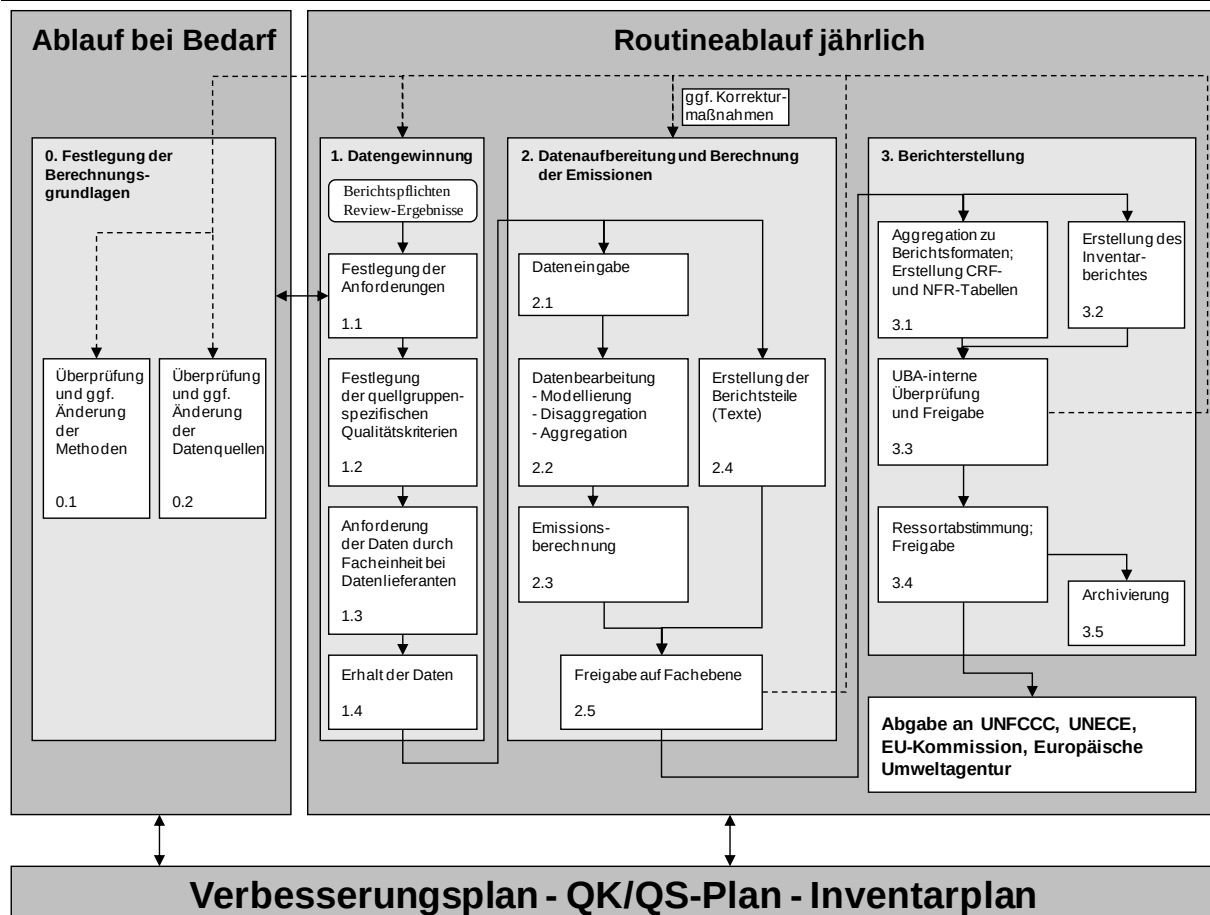


Abbildung 6: Übersicht über den Prozess der Emissionsberichterstattung

Es hat sich gezeigt, dass sich der Ablauf der Inventarplanung und -erstellung auf die Qualität der Inventare auswirken kann, die Reihenfolge des Vorgehens somit nicht unwesentlich für die Inventarqualität ist. Der Prozess der Inventarerstellung erfolgt auch aus diesem Grund in enger Verzahnung mit der Durchführung von Maßnahmen der Qualitätskontrolle und -sicherung. Jedem Teilprozess wurden hierfür geeignete QK/QS-Maßnahmen zugewiesen, um bei der Qualitätsprüfung nicht nur die Endqualität der Inventardaten sicherzustellen, sondern diese bereits auf dem Wege dorthin zu gewährleisten. Auf diese Weise können auch periodische interne Evaluationen des Prozesses der Inventarerstellung nach Paragraph 15 (d) der *Guidelines for National Systems* durchgeführt werden.

Der Ablauf inklusive der QK/QS-Maßnahmen deckt die Anforderungen der Paragraphen 14 (a) bis (g) der *Guidelines for National Systems* an die Inventarerstellung ab.

Der Ablauf der Inventarerstellung ist detailliert im Kapitel 1.3 beschrieben.

Alle Anforderungen nach Artikel 7 des Kyoto-Protokolls sind in die Prozesse der Berichterstattung integriert.

1.3 Inventarerstellung

Die Inventarerstellung folgt, wie in der Übersicht in Kapitel 1.2.3 dargestellt, einem regelmäßigen, jährlich ablaufenden Schema. Die Prozesse zur Treibhausgas-Inventarerstellung, zur Erstellung des KP-LULUCF-Inventars und des Nationalen Inventarberichtes und der Durchführung von Maßnahmen der Qualitätskontrolle und -sicherung sind sehr eng mit einander verknüpft.

Grundsätzlich ist zwischen den vorgelagerten Abläufen bei der Inventarerstellung (siehe Kapitel 1.3.1.1) der Festlegung der Berechnungsgrundlagen (siehe Kapitel 1.3.2.1), der Sammlung, Verarbeitung und Speicherung von Daten (siehe Kapitel 1.3.2) und der Qualitätskontrolle und -sicherung (siehe Kapitel 1.3.3) zu unterscheiden.

1.3.1 Treibhausgas- und KP-LULUCF-Inventar

Die vorgelagerten Abläufe der Inventarerstellung und die Festlegung der Berechnungsgrundlagen sind für die Treibhausgas-Inventare und das KP-LULUCF-Inventar identisch.

1.3.1.1 Vorgelagerte Abläufe

Unabhängig von den in Abbildung 6 dargestellten Teilprozessen der Emissionsberichterstattung bestehen vorgelagerte Abläufe, die jeweils zwischen zwei Zyklen der Emissionsberichterstattung durchgeführt werden.

Als vorgelagerte Abläufe werden die folgenden Teilprozesse gezählt:

- kontinuierliche Überprüfung und Sicherstellung der Datenströme von den Datenlieferanten zum Umweltbundesamt durch die Verbesserung der Institutionalisierung des Nationalen Systems;
- Umsetzung von Verbesserungen in der Inventarplanung und Inventarerstellung;
- die Bestimmung der Hautquellgruppen (gemäß Tier 1-Verfahren nach Kapitel 7.2 der *IPCC Good Practice Guidance*);
- die Berechnung und Aggregation der Unsicherheiten der Emissionen mittels Monte Carlo Simulation (gemäß Tier 1- oder Tier 2-Verfahren nach den *IPCC Good Practice Guidance*);
- die erweiterte Bestimmung der Hauptkategorien mittels Monte Carlo Simulation (gemäß Tier 2-Verfahren nach Kapitel 6.4 der *IPCC Good Practice Guidance*).

1.3.1.1.1 Verbesserung des Nationalen Systems

Durch die Form der Etablierung des Nationalen Systems die insbesondere auf bestehenden Datenströmen aufbaut und bei fehlender langfristiger Absicherung der Datenbereitstellung geeignete Maßnahmen zur Absicherung vorsieht (siehe Kapitel 1.2.1.2), ist eine stetige Überprüfung der Datenströme zwischen zwei Zyklen der Berichterstattung nötig.

Bei auslaufenden Selbstverpflichtungen sind Gespräche mit den Datenlieferanten über deren Verlängerung zu führen. Nicht abgesicherte Datenströme sind mit verbindlichen Zusagen oder Kooperationsvereinbarungen zu unterlegen. Im Zweifelsfall sind gesetzliche Regelungen zur Datenbereitstellung zu prüfen und umzusetzen.

Bestehende Vereinbarungen müssen ggf. an neue Gegebenheiten und Berichterstattungserfordernisse (z.B. Wechsel des Berichterstattungsverfahrens) angepasst werden. Damit wird zu einer stetig hohen Qualität des Nationalen Systems und der Inventarerstellung beigetragen.

Veränderungen und Verbesserungen im Nationalen System im aktuellen Berichterstattungszyklus sind im Kapitel 13 beschrieben.

1.3.1.1.2 *Umsetzung von Verbesserungen in der Inventarplanung und Inventarerstellung*

Die Paragraphen 13 und 15(d) der Guidelines for National Systems (Entscheidung 19/CMP.1) verpflichten alle Staaten des Annex I zu einer stetigen Inventarverbesserung und Verbesserung der Inventarplanung.

Die angemerkten Verbesserungsnotwendigkeiten aus der zurückliegenden Qualitätskontrolle und -sicherung, ebenso wie die zurückliegenden Review-Ergebnisse werden wenn möglich jeweils zwischen den Berichterstattungszyklen umgesetzt.

Eine detaillierte Beschreibung der Prozeduren zur Qualitätskontrolle und -sicherung ist im Kapitel 1.6 zu finden. Die in den Quellgruppen erzielten Verbesserungen dieser Berichterstattung sind in den jeweiligen Quellgruppen-Kapiteln zu finden.

1.3.1.1.3 *Bestimmung der Hauptkategorien (gemäß Tier 1-Verfahren)*

Um die für die Inventarerstellung und -verbesserung notwendigen, vielfältigen und detaillierten Aktivitäten und Kapazitäten auf die wesentlichen Quellgruppen der Inventare konzentrieren zu können, wurde durch IPCC die Definition einer Hauptkategorie eingeführt. Als solche werden Quell- bzw. Senkengruppen bezeichnet, die im nationalen Inventar herausgehoben sind, da ihre Emissionen bzw. Einbindungen einen signifikanten Einfluss auf die Gesamtemission der direkten Treibhausgase haben, entweder in der absoluten Höhe der Emissionen, im Beitrag zum zeitlichen Emissionstrend, ihrer Unsicherheiten oder aufgrund ihrer Einschätzung als relevante Quelle durch einen Experten.

Die Bestimmung der Hauptkategorien wird von der Nationalen Koordinierungsstelle einmal jährlich vor dem Durchlaufen des Prozesses der Emissionsberichterstattung durchgeführt. Die Ergebnisse werden im Rahmen der Berichterstattung für das Jahr x berichtet, können aber erst bei der Inventarerstellung für das Jahr x+1 fachlich berücksichtigt werden. Die Zugehörigkeit zu den Hauptkategorien dient als Kriterium dafür, welche Berechnungsmethode (Tier-Ansatz) und in Folge dessen welcher Detaillierungsgrad bei der Emissionsmodellierung für die Quellgruppe angewandt werden muss. Darüber hinaus wird das Ergebnis der Bestimmung der Hauptkategorien zur Ermittlung von Quellgruppen mit prioritärem Handlungsbedarf bei der Inventarverbesserung genutzt.

In der *IPCC Good Practice Guidance* (2000) sind die für die Bestimmung der Hauptkategorien anzuwendenden Methoden festgelegt. Diese ermöglichen es, durch die Analyse des Inventars für ein Jahr im Hinblick auf die Emissionshöhe der einzelnen Quellgruppen (Tier 1 Level Assessment), die Analyse einer Zeitreihe der Inventarangaben (Tier 1 Trend Assessment) sowie durch eine detaillierte Analyse der fehlerbewerteten Inventarangaben (Tier 2 Level and Trend Assessment unter Berücksichtigung der Unsicherheiten) die jeweiligen Hauptkategorien zu identifizieren.

Zur Festlegung der Hauptkategorien wurden für die deutschen Treibhausgasemissionen die beiden Tier 1-Verfahren Level (für das Basisjahr sowie das letzte berichtete Jahr) sowie Trend (für das letzte berichtete Jahr gegenüber dem Basisjahr) angewendet. Entsprechend den IPCC-Vorgaben wurde dabei neben den Emissionen aus Quellen auch die Einbindung der Treibhausgase in Senken in den Analysen berücksichtigt.

1.3.1.1.4 Berechnung und Aggregation der Unsicherheiten der Emissionen

Unsicherheiten sind elementarer Bestandteil der Emissionsinventare und ihre Bestimmung soll zu einem quantitativen Ausdruck für die Genauigkeit der Emissionsinventare führen. Während die Bestimmung der Unsicherheiten mit der Datenerhebung und damit im Prozessablauf der Emissionsberichterstattung unter dem Punkt Datengewinnung erfolgt, kann ihre Aggregation erst im Anschluss an die Inventarerstellung beziehungsweise den Zyklus der Emissionsberichterstattung erfolgen.

Bei der Berechnung und Aggregation der Unsicherheiten werden die Unsicherheiten der Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren, welche in der Regel auf der untersten Ebene der Quellgruppen im ZSE von Experten geschätzt wurden, in Unsicherheiten von Emissionen umgerechnet und aggregiert. Die Aggregation der Unsicherheiten nach Tier 1 wird einmal jährlich am Ende des Berichtserstattungszyklus für das aktuelle Berichtsjahr durchgeführt. Alle drei Jahre wird zusätzlich eine Unsicherheitenbestimmung gemäß der Tier 2 Methode vorgenommen.

Deutschland berichtet im aktuellen NIR Unsicherheiten, die nach der Tier 1 Methode ermittelt worden sind. Zur Ermittlung der Unsicherheiten des Inventars wurden die Einzelunsicherheiten, soweit bisher möglich, durch die Daten liefernden Experten der Facheinheiten im UBA sowie externe Einrichtungen geschätzt.

1.3.1.1.5 Erweiterte Bestimmung der Hauptkategorien

Die aggregierten Unsicherheiten dienen als Grundlage zur erweiterten Bestimmung der Hauptkategorien (Tier-2-Hauptkategorienbestimmung).

1.3.2 Sammlung, Verarbeitung und Speicherung der Daten, inklusive KP-LULUCF-Inventare

1.3.2.1 Festlegung der Berechnungsgrundlagen

Die Auswahl, Überprüfung und ggf. Änderung der Berechnungsmethoden zur Emissionsermittlung hat Auswirkungen auf den gesamten Emissionsberichterstattungsprozess. Daher steht die Prüfung der Angemessenheit der verwendeten Methoden am Anfang des Hauptprozesses „Festlegung der Berechnungsgrundlagen“. Die *IPCC Good Practice Guidance* geben für die jeweiligen Quellgruppen mit Hilfe von Entscheidungsbäumen (Decision Trees) vor, welche Methoden anzuwenden sind. Dies erfolgt in Abhängigkeit davon, ob es sich um eine Hauptkategorie handelt oder nicht. Kommt statt der vorgeschriebenen Methode eine andere – länderspezifische – Methode zur Anwendung, so ist dies im NIR zu begründen. Die Gleich- oder Höherwertigkeit der Methode ist darzulegen und nachvollziehbar zu dokumentieren.

Weiter stellen auch die Auswahl, Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen einen kritischen Erfolgsfaktor dar, denn die Ergebnisse der gesamten Folgeprozesse (Datenaufbereitung, Berechnung, Berichterstattung) können nicht besser als die Qualität der Primärdaten sein. Datenquellen können sich auf Aktivitätsraten, Emissionsfaktoren oder Emissionen einer bestimmten Quellgruppe beziehen. In vielen Fällen wird es sich um bereits seit mehreren Jahren genutzte Datenquellen handeln. Die Auswahl neuer Datenquellen kann z.B. auf Grund einer erforderlichen Methodenumstellung, des Wegfalls einer bisherigen

Datenquelle, der Notwendigkeit zusätzlicher Daten oder aufgrund von Ergebnissen der Qualitätskontrolle bei bisher genutzten Datenquellen erforderlich sein.

Verschiedene Kriterien beeinflussen die Eignung einer Datenquelle. Hierzu zählen u.a.:

- langfristige Verfügbarkeit,
- Institutionalisierung der Datenbereitstellung,
- gute Dokumentation,
- Durchführung von Maßnahmen der Qualitätskontrolle und -sicherung seitens der Datenlieferanten,
- Angabe von Unsicherheiten,
- Repräsentativität der Daten und
- Vollständigkeit der zu erwartenden Daten.

Wichtig ist, dass in jedem Fall die Entscheidung für die Auswahl einer Datenquelle dokumentiert wird und dass bei erheblich reduzierter Eignung der verwendeten Datenquellen geeignete Verbesserungsmaßnahmen geplant werden.

Die Weitergabe von Anforderungen zur Qualitätskontrolle, -sicherung und Dokumentation an Datenlieferanten ist immer erforderlich und insbesondere bei der Vergabe von Forschungsvorhaben von besonderer Relevanz, da das Umweltbundesamt als Auftraggeber in diesem Fall einen erheblichen Einfluss auf den Auftragnehmer ausüben muss.

1.3.2.2 Datengewinnung

Die Datengewinnung und -dokumentation erfolgt durch den jeweiligen Fachverantwortlichen. Dies kann durch die Auswertung von amtlichen oder Verbände-Statistiken, Studien, Periodika sowie fremden Forschungsvorhaben erfolgen. Ebenso kann sie über die Durchführung eigener Forschungsvorhaben oder die Verwendung persönlicher Informationen, sowie über einen Bund/Länder-Datenaustausch gewonnene Daten erfolgen. Häufig werden dabei anderweitig gewonnene Arbeitsergebnisse für die Emissionsberichterstattung weitergenutzt.

Die Datengewinnung umfasst die Teilschritte:

- Festlegung der Anforderungen,
- Festlegung der quellgruppenspezifischen Qualitätskriterien für die Daten,
- Anforderung der Daten durch die zuständige Facheinheit bei den Datenlieferanten, sowie
- Erhalt der Daten.

Über die Nationale Koordinierungsstelle wird die Anforderung an die Zuarbeit zu den Inventaren auch über die Fachvorgesetzten an die quellgruppenspezifischen Fachverantwortlichen geschickt. Für die Fertigung des NIR wird eine Master-Datei bereitgestellt, die die Struktur für die Zuarbeiten vorgibt. Als Anforderung für die späteren Dateneingaben gelten die Vorgaben aus dem ZSE (direkte Eingabe oder Befüllung des Importformats). Über Informationsveranstaltungen des *UBA AK Emissionsinventare*, die Intranet- und Share-Point-Seiten zur Emissionsberichterstattung des UBA und einer elektronischen Inventarbeschreibung (siehe Kapitel 1.3.3.1.5) werden den Fachverantwortlichen die Anforderungen an die Berichterstattung einschließlich der durchzuführenden Maßnahmen zur QK/QS, die Ergebnisse aller Inventarüberprüfungen sowie quellgruppenspezifisch der Datenbestand jeder Quellgruppe und die aktuellen

Ergebnisse aus der Bestimmung der Hauptkategorien bekannt gemacht. Auf dieser Basis sind durch den Fachverantwortlichen die **Anforderungen** bezüglich der Datenquellen sowie der Berechnungsmethoden **festzulegen**.

Die Anforderungen beeinflussen den vorgelagerten Prozess der Festlegung von Berechnungsgrundlagen (Überprüfung und Auswahl der Methoden und Datenquellen), der immer dann stattfindet, wenn die Anforderungen noch nicht erfüllt sind oder sich verändert haben.

Nach Festlegung der Anforderungen an Datenquellen und Methoden soll vor der Einleitung der Datengewinnung bei Dritten eine **Festlegung der quellgruppenspezifischen Qualitätskriterien** für diese Daten erfolgen, um den Prozess der QK auf der Datenebene zu unterstützen.

Erfolgt die **Anforderung der Daten** durch den Fachverantwortlichen bei Dritten, soll der vom Datenlieferant erwartete Umfang, die Anforderungen an die Datenqualität und an die Dokumentation der Daten angegeben werden. Beim **Erhalt der Daten** werden diese auf Vollständigkeit, Einhaltung der Qualitätskriterien und Aktualität geprüft. Die Validierung der Daten erfolgt durch den Fachverantwortlichen.

1.3.2.3 Datenaufbereitung und Emissionsberechnung

Die Datenaufbereitung und Emissionsberechnung umfasst die Schritte:

- Dateneingabe,
- Datenbearbeitung (Modellbildung, Disaggregation, Aggregation), und
- Emissionsberechnung,
- Erstellung Berichtsteile (Texte) sowie
- Freigabe auf der Fachebene.

Parallel zu den Zeitreihen für Aktivitätsraten, Emissionsfaktoren, Unsicherheiten und Emissionen werden auch die Berichtsteile erstellt. Insofern wird der Begriff Daten in einem weiten Sinne verstanden. Er umfasst neben Zahlenwerten, Zeitreihen, etc. auch Kontextinformationen wie Quellen einer Zeitreihe sowie Wege der Berechnung und bezieht sich ebenfalls auf die **Erstellung der Berichtsteile** für den NIR und die Dokumentation von Rückrechnungen.

Erhebliche Teile der **Dateneingabe und -bearbeitung** (Bearbeitung von Daten und Emissionsberechnung) laufen im ZSE ab, wodurch die Transparenz und Konsistenz erheblich erhöht wird und sich für die Durchführung der erforderlichen Maßnahmen der Qualitätskontrolle auf der Datenebene die Möglichkeit eröffnet, im ZSE eine Automatisierung vorzunehmen (z.B. Prüfung von Größenordnungen und Vollständigkeit, sowie Formulierung von Prüfbedingungen im CalQlator). In solchen Fällen kann die manuelle Durchführung bestimmter QK-Maßnahmen entfallen. Um Berechnungsergebnisse komplexer Modelle zu plausibilisieren, sollen zur Überprüfung Cross-Checks mit vereinfachten Annahmen erfolgen.

Nach Durchlaufen der Prüfungen und evtl. Rücksprachen erfolgt die **Emissionsberechnung** im ZSE durch ein automatisiertes Verfahren nach dem Prinzip

Aktivitätsrate * Emissionsfaktor = Emission.

Sind auch vorgelagerte Rechenwege im ZSE abgelegt, so werden diese Berechnungen zuerst angestoßen, bevor die eigentliche Emissionsberechnung durchgeführt wird.

Die **Freigabe auf der Fachebene** durch die jeweiligen QK-Verantwortlichen hat sowohl für Texte als auch für Ergebnisse der Berechnungen vor der weiteren Verwendung durch die nationale Koordinierungsstelle zu erfolgen. Dies geschieht in der Regel mit der Übermittlung an die Nationale Koordinierungsstelle und durch die Freigabe der vollständig ausgefüllten QK/QS-Checklisten.

1.3.2.4 Berichterstellung

Zur Berichterstellung gehören:

- die Aggregation der Emissionsdaten zu den nationalen Trendtabellen und zu den Berichtsformaten, Erstellung der Datentabellen für das NFR bzw. der Export der XML-Dateien für den CRF-Reporter sowie der Import der XML-Dateien in den CRF-Reporter
- die Zusammenfassung der zugelieferten Berichtstexte zum Berichtsentwurf (NIR) sowie die Gesamtreaktion des NIR,
- die UBA-interne Überprüfung des Entwurfs (nationale Trendtabellen und NIR) mit anschließender Freigabe,
- die Übergabe an das BMU zur Ressortabstimmung mit abschließender Freigabe durch den Koordinierungsausschuss, sowie abschließend
- die Übergabe an das UNFCCC-Sekretariat, die EU-Kommission bzw. das UNECE Sekretariat und
- die Archivierung.

Nach der Fertigstellung der Daten, Berichtsteile und QK/QS-Checklisten durch die Fachexperten und die Übermittlung derselben an die Nationale Koordinierungsstelle werden sie von den quellgruppenspezifischen fachlichen Ansprechpartnern in der Nationalen Koordinierungsstelle anhand einer QK-Checkliste überprüft. Die Ergebnisse dieser Überprüfung werden den Fachverantwortlichen zur Verfügung gestellt, so dass diese (ggf. nach einer Rücksprache) ihren Beitrag entsprechend überarbeiten können.

Bevor die Emissionsdaten in die Berichtsformate für die Klimarahmenkonvention und des Kyoto-Protokolls (CRF= Common Reporting Format) bzw. die Genfer Luftreinhaltkonvention (NFR= New Format on reporting) übertragen werden können, muss eine **Aggregation der Emissionsdaten** aus den Zeitreihen des ZSE (im Erfassungsformat) zu den **Berichtsformaten** CRF- bzw. NFR-Quellgruppen erfolgen. Dies wird über eine hierarchische Zuordnung im ZSE realisiert, die im Anhang 3 für die einzelnen Hauptkategorien genauer beschrieben ist. Die Aggregationen erfolgen automatisiert, sofern keine Änderungen gegenüber dem Vorjahr auftreten.

Nach der rechnerischen Aggregation werden Aktivitätsdaten und Emissionen über den Export in XML-Dateien in den CRF-Reporter eingelesen, in dem automatisiert die CRF-Berichtstabellen des IPCC erstellt werden. Dennoch sind Qualitätskontrollen erforderlich, die eine Übereinstimmung der Werte sowie der durch den CRF-Reporter berechneten Implied Emission Factors zwischen dem Emissionsinventar und den CRF-Reporter Tabellen sicherstellen. Zudem ist eine hinreichende Kommentierung etwaiger Rekalkulationen sowie von Notation Keys erforderlich.

Die Berechnung der Treibhausgase in CO₂-Äquivalenten erfolgt nach Maßgabe des § 20 der *IPCC Guidelines on Reporting and Review* (FCCC/CP/2002/8), auf Basis der mit dem *Second Assessment Report* veröffentlichten und in folgender Tabelle abgebildeten jeweiligen

Treibhauspotentials (GWP), basierend auf den Wirkungen der Treibhausgase über einen Zeithorizont von 100 Jahren.

Tabelle 3: Global Warming Potential (GWP) der Treibhausgase

Greenhouse gas	Chemical formula	1995 IPCC GWP
Carbon dioxide	CO ₂	1
Methane	CH ₄	21
Nitrous oxide	N ₂ O	310
Hydrofluorocarbons (HFC)		
HFC-23	CHF ₃	11700
HFC-32	CH ₂ F ₂	650
HFC-41	CH ₃ F	150
HFC-43-10mee	C ₅ H ₂ F ₁₀	1300
HFC-125	C ₂ H ₂ F ₅	2800
HFC-134	C ₂ H ₂ F ₄ (CHF ₂ CHF ₂)	1000
HFC-134a	C ₂ H ₂ F ₄ (CH ₂ FCF ₃)	1300
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂ (CH ₃ CHF ₂)	140
HFC-143	C ₂ H ₃ F ₃ (CHF ₂ CH ₂ F)	300
HFC-143a	C ₂ H ₃ F ₃ (CF ₃ CH ₃)	3800
HFC-227ea	C ₃ H ₂ F ₇	2900
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	6300
HFC-245ca	C ₃ H ₃ F ₅	560
Perfluorocarbons (PFC)		
Perfluoromethane	CF ₄	6500
Perfluoroethane	C ₂ F ₆	9200
Perfluoropropane	C ₃ F ₈	7000
Perfluorobutane	C ₄ F ₁₀	7000
Perfluorocyclobutane	c-C ₄ F ₈	8700
Perfluoropentane	C ₅ F ₁₂	7500
Perfluorohexane	C ₆ F ₁₄	7400
Sulphur hexafluoride		
Sulphur hexafluoride	SF ₆	23900
Additional Greenhouse Gases		
<i>HFC 245fa</i>	<i>C₃F₅H₃ (CF₃CH₂CHF₂)</i>	<i>950</i>
<i>HFC 365mfc</i>	<i>C₄F₅H₅ (CF₃CH₂CF₂CH₃)</i>	<i>890</i>
<i>NF₃</i>	<i>NF₃</i>	<i>8000</i>

Quelle (bis auf kursive Einträge): FCCC/CP/2002/8, S.15

Parallel hierzu erfolgt die **Zusammenfassung der geprüften Berichtstexte zum Berichtsentwurf** des NIR durch den Berichtskoordinator.

Die **UBA-Interne Überprüfung und Freigabe** der fertig gestellten Berichtstabellen und des NIR, sowie dem zukünftig darin enthaltenen Inventarplan erfolgt durch die Mitzeichnung im Rahmen der **Hausabstimmung im UBA**. Danach erfolgt die **Übermittlung an das BMU** zur zweiten Phase der Freigabe im Rahmen der **Ressortabstimmung**. Der Koordinierungsausschuss gibt die Berichtstabellen und den NIR abschließend zur Übermittlung an das UNFCCC-Sekretariat frei. Das Ministerium übernimmt die Übersetzung des NIR und die **Übergabe an das UNFCCC-Sekretariat**.

Die Datentabellen und der dazugehörige NIR werden in der Fassung, in der sie zur Ressortabstimmung übermittelt werden, auf eine CD gebrannt und mit eindeutigen Identifizierungsangaben archiviert. Der zur Berechnung verwendete Inhalt der ZSE-

Datenbank wird ebenfalls ausgespielt und archiviert. Eine weitere **Archivierung** erfolgt mit der Fassung, die endgültig dem Klimasekretariat übermittelt wird.

1.3.3 Prozeduren zur Qualitätskontrolle und -sicherung (QK/QS) und ausführliche Überprüfung der Treibhausgas- und KP-LULUCF-Inventare

1.3.3.1 Das Qualitätssystem Emissionsinventare

Im QSE werden die Anforderungen der *IPCC Good Practice Guidance*, die nationalen Gegebenheiten in Deutschland sowie die internen Strukturen und Abläufe der berichterstattenden Institution UBA berücksichtigt. Das QSE ist in seinen Verfahrensabläufen soweit flexibel gestaltet, dass auch zukünftige veränderte Anforderungen routinemäßig berücksichtigt werden können. Der Geltungsbereich des QSE umfasst den gesamten Prozess der Emissionsberichterstattung.

Das QSE umfasst alle Teilnehmer des NaSE. Im Umweltbundesamt wurde die Verbindlichkeit über die UBA-Hausanordnung 11/2005 hergestellt. Einzelheiten bezüglich der Regelung der Verbindlichkeit für andere NaSE-Teilnehmer können dem Anhang 22.1.1 entnommen werden.

1.3.3.1.1 Hausanordnung 11/2005 des UBA

Im Jahr 2005 hat das Umweltbundesamt über die *Hausanordnung 11/2005* ein *Qualitätssystem Emissionsinventare* im Umweltbundesamt installiert, das die erforderlichen Rahmenbedingungen für die Einhaltung einer guten Inventarpraxis und die Durchführung einer routinemäßigen Qualitätssicherung schafft. Es ist gemäß den Anforderungen der *IPCC Good Practice Guidance* aufgebaut und an die nationalen Gegebenheiten in Deutschland sowie die internen Strukturen und Abläufe der berichterstattenden Institution UBA angepasst worden. Durch die Hausanordnung 11/2005 wurden verbindliche Zuständigkeitsregelungen innerhalb des UBA, die Terminkette für die einzelnen Handlungsschritte bei der Erstellung der Inventare und die durchzuführenden Prüfhandlungen zur Qualitätskontrolle und -sicherung festgeschrieben.

Mit der Hausanordnung erfolgten die nach Paragraph 10 (a) der *Guidelines for National Systems* geforderte prozedurale Festlegung und die nach Paragraph 12 (c) erforderliche Festlegung spezifischer Verantwortlichkeiten auf der Amtsebene.

1.3.3.1.2 Mindestanforderungen an ein System zur Qualitätskontrolle und -sicherung

Die Anforderungen an das System zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung (QK/QS-System) und an die Maßnahmen zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung werden im Wesentlichen durch das Kapitel 8 der *IPCC Good Practice Guidance* definiert.

Aus diesen wurden von UBA „Allgemeine Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei der Treibhausgasemissionsberichterstattung“ abgeleitet (siehe Kapitel 22.1.2.1). Für die anderen Teilnehmer des Nationalen Systems ist die Übernahme der Mindestanforderungen, nach Beschlussfassung über diese Mindestanforderungen durch die Vertreter der beteiligten Bundesministerien im Koordinierungsausschuss des Nationalen Systems Emissionsinventare (siehe Anhangkapitel 22.1.1) erfolgt.

Weiterführende Informationen, welche organisatorischen Festsetzungen im UBA die Voraussetzung für die Umsetzung dieser Anforderungen bilden, können den folgenden Kapiteln und in Ergänzung hierzu dem Anhang 22.1.2.1.11 entnommen werden.

1.3.3.1.3 Aufbauorganisation des Qualitätssystems Emissionsinventare

Im Rahmen des QSE wurde ein Konzept zur Aufbauorganisation entwickelt, dass die Zuständigkeiten für die Umsetzung der erforderlichen QK und QS-Maßnahmen verbindlich für das UBA festlegt. Die festgelegten Rollen und Verantwortlichkeiten sollen einen effektiven Informationsaustausch und die anforderungskonforme Durchführung von QK und QS sicherstellen (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: QSE - Rollen und Verantwortlichkeiten

Rolle	Aufgabe	Verantwortlich
Fachverantwortlicher auf operativer Ebene (FV)	Datengewinnung, Dateneingabe und Berechnung entsprechend den vorgegebenen Methoden Festlegung der quellgruppenspezifischen Qualitäts- und Prüfkriterien Durchführung QK-Maßnahmen Dezentrale Archivierung von quellgruppenspezifischen Inventarinformationen	Alle vom Fachgebietsleiter (FGL) benannten Mitarbeiter
QK/QS-Verantwortlicher für das Fachgebiet (QKV)	QK der an die Nationale Koordinierungsstelle zu liefernden Daten und Berichtsteile Freigabe der Berichtsteile Sicherstellung der Durchführung der notwendigen Inventararbeiten, QK-Maßnahmen und Dokumentationen auf operativer Ebene Festlegung und Sicherstellung der Wahrnehmung von fachlichen Verantwortlichkeiten zur Emissionsberichterstattung im FG	Alle zuständigen FGL
Fachliche Ansprechpartner (quellgruppenspezifisch) in der Nationalen Koordinierungsstelle (FAP)	Betreuung der fachlichen Zuarbeiten (Inventararbeit und Berichterstattung) Unabhängige QK/QS für die Zuarbeiten aus den Fachgebieten	Benannte Mitarbeiter aus der Nationalen Koordinierungsstelle
Berichtskoordinator (NIRK)	Koordination von textlichen Zuarbeiten, Erstellung des NIR aus den einzelnen Zuarbeiten, übergreifende QK und QS für den NIR	Ein benannter Mitarbeiter aus der Nationalen Koordinierungsstelle
ZSE-Koordinator (ZSEK)	Übergreifende QK und QS im gesamten Inventar Sicherstellung der Integrität der Datenbanken Emissionsberechnung und Aggregation zu Berichtsformaten	Ein benannter Mitarbeiter der nationalen Koordinierungsstelle
QK/QS-Koordinator (QSEK)	Übergreifende QK und QS im gesamten Berichterstattungsprozess Aufrechterhaltung und Fortentwicklung des QSE Pflege und Fortschreibung von QK-, QS-Plan, QK-Checklisten und QSE-Handbuch Pflege und Fortschreibung Verbesserungsplan sowie federführend bei Überführung in Inventarplan	Ein benannter Mitarbeiter aus der Nationalen Koordinierungsstelle
NaSE-Koordinator (NaSEK)	Sicherstellung der termingerechten und anforderungskonformen Berichterstattung Initiierung der Umsetzung übergreifender Maßnahmen aus dem Inventarplan Festlegung / Dokumentation von institutionellen Einrichtungen und rechtlichen Vereinbarungen Sicherstellung der Archivierung aller	Ein benannter Mitarbeiter aus der Nationalen Koordinierungsstelle

Inventarinformationen, Durchführung der zentralen
Archivierung von Inventarinformationen
Vorbereitung Durchführung und Nachbereitung von
Inventarüberprüfungen

1.3.3.1.4 Ablauforganisation des Qualitätssystems Emissionsinventare

Der Ablauf der QK- und QS-Maßnahmen im QSE richtet sich am Prozess der Emissionsberichterstattung aus, wie er in Kapitel 1.2.3 beschrieben wird. Dabei ist das Qualitätsmanagement direkt mit den Arbeitsschritten in der Inventararbeit verzahnt. Jedem Schritt im Prozessablauf der Inventarerstellung wurden geeignete QK-Maßnahmen zugeordnet, die den einzelnen Akteuren zugewiesen wurden (siehe Abbildung 7).

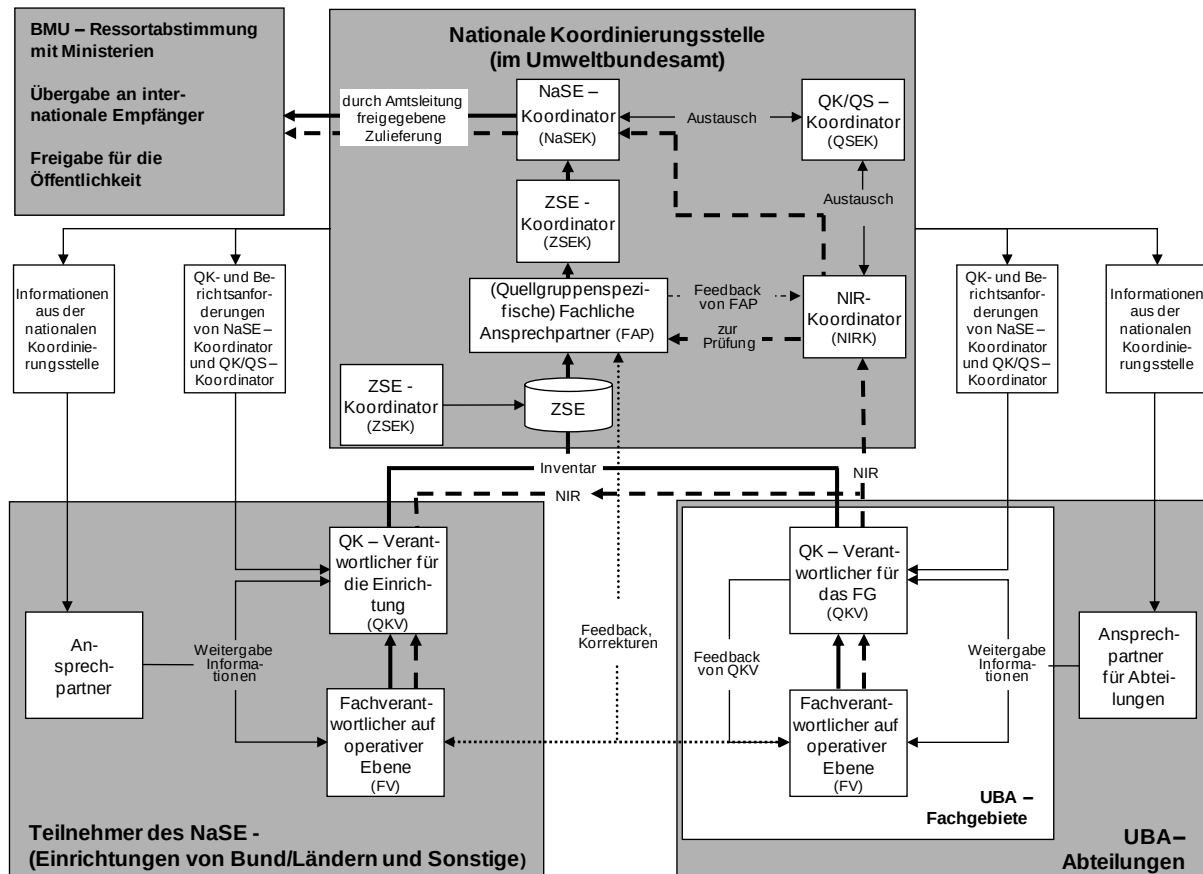


Abbildung 7: QSE - Rollen Aufgaben und Arbeitsabläufe

Die durchzuführenden Qualitäts-Prüfungen gemäß Paragraph 14 (g) der *Guidelines for National Systems* werden den FV, QKV, FAP und dem NIRK (siehe Tabelle 4) in Form von Qualitäts-Checklisten zusammen mit der Datenanforderung zur Verfügung gestellt und im Verlauf der Zuarbeiten ausgefüllt.

1.3.3.1.5 Dokumentation im Qualitätssystem Emissionsinventare

Die mit den Mindestanforderungen an ein QK/QS-System (siehe Kapitel 22.1.2.1) formulierten Anforderungen zur Durchführung, Beschreibung und Dokumentation der QK/QS-Maßnahmen werden weitgehend gemeinsam mit den entsprechenden Inventarbeiträgen umgesetzt. Für das QSE wurde ein Dokumentationskonzept entwickelt, das zielgruppenorientiert und aufgabenspezifisch die Maßnahmen in integrierter Form darstellt. Die einzelnen Bestandteile der Dokumentation sind in Abbildung 8 dargestellt.

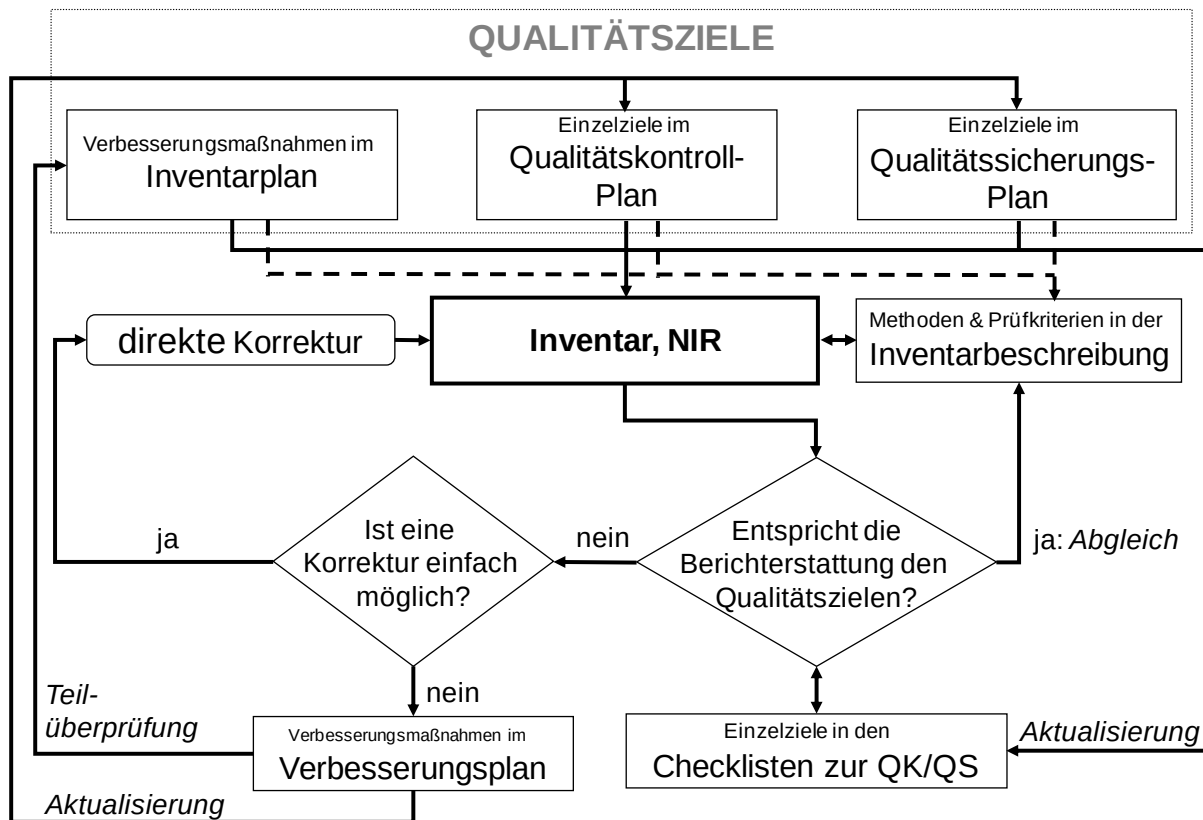


Abbildung 8: NaSE & QSE - Steuerung und Dokumentation

Die allgemeine Beschreibung der **Qualitätsziele** erfolgt im QSE-Handbuch und leitet sich aus den *IPCC Good Practice Guidance*¹² ab. Darüber hinaus sind für die einzelnen Quellgruppen operative Einzelziele zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung aus dem Vergleich zwischen den Anforderungen aus den *IPCC Good Practice Guidance*, den Ergebnissen der unabhängigen Inventarüberprüfung und der Inventarrealität abzuleiten.

Gemäß den Anforderungen der IPCC Good Practice Guidance und Paragraph 12 (d) der *Guidelines for National Systems* sollen die für die Emissionsberichterstattung notwendigen QK/QS-Maßnahmen in einem QK/QS-Plan zusammengefasst werden. Dabei ist die primäre Aufgabe eines QK/QS-Plans, diese Maßnahmen zu organisieren, zu planen und zu überwachen. Um die Durchführung und Kontrolle von Maßnahmen zur Erreichung der Qualitätsziele transparent und effektiv zu steuern, sind sie im **Qualitätskontrollplan (QK-Plan)** und **Qualitätssicherungsplan (QS-Plan)** rollenspezifisch sowie gegebenenfalls quellgruppenspezifisch vorgegeben. Dabei können die Ziele der Qualitätssicherung das Inventar, den Prozess der Berichterstattung oder das QSE selbst zum Gegenstand haben. Weiterhin erfolgt im Qualitätssicherungsplan die zeitliche Planung von Qualitätssicherungsmaßnahmen, die durch unabhängige und externe Dritte vorgenommen werden. Beide Pläne haben den Charakter eines Vorgabedokuments.

In ihrer Dokumentenstruktur sind QK- und QS-Plan mit den **Checklisten zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung** kombiniert, die zur Überprüfung und Dokumentation der erfolgreichen Durchführung der Qualitätskontrollen dienen. Hierbei sind die Qualitäts-Checks nicht als Prüfungen sondern als Qualitätsziele definiert, deren Einhaltung jeweils zu bestätigen oder deren Nichteinhaltung zu begründen ist. Diese

¹² Zu den Erläuterungen/Definitionen siehe auch Annex 3 (Glossar) der *IPCC Good Practice Guidance*

Checklisten zur QK/QS sind von den Teilnehmern des NaSE¹³ parallel zur Inventarerstellung auszufüllen und sollen Auskunft über die Güte der dem Inventar zugrunde liegenden Daten und Methoden geben. Die systematische QK/QS in Form von Checklisten wurde vom UBA erstmalig für die Berichterstattung 2006 mit den Teilnehmern des NaSE durchgeführt. Seit der Berichterstattung 2007 sind diese Checklisten in elektronischer Form im Einsatz. Ebenfalls mit der Berichterstattung 2007 wurden die QK-Prüfungen nach Tier 1 in einem ersten Schritt um quellgruppenspezifische QK-Prüfungen nach Tier 2, bezogen auf Hauptkategorien, erweitert. Mit den Berichterstattungen 2008 2009 und 2010 wurden die Checklisten für die Fachexperten und die fachlichen Ansprechpartner umfassend überarbeitet. Ziel der Überarbeitung war es, die Verständlichkeit, die Anwendbarkeit und Übersichtlichkeit der Checklisten weiter zu verbessern. Um den Erfolg dieser Verbesserungsaktivität zu gewährleisten wurde eine Auswahl des betroffenen Personenkreises in die Überarbeitung einbezogen. Inhaltliche Anforderungen, die sich aus den IPCC-Good Practice Guidance ableiten, sind nicht verändert worden. Im gleichen Maße wie die Checklisten jährlich überarbeitet und verbessert wurden, sind auch QK- und QS-Plan kontinuierlich weiterentwickelt worden.

Beide Pläne und die QK-Checklisten stellen unmittelbar ein Instrument zur Überprüfung der Erfüllung von internationalen Anforderungen dar und ermöglichen die Steuerung der Inventarqualität über die Initiierung von Maßnahmen zur Qualitätssicherung gemäß Paragraph 13 der *Guidelines for National Systems*.

Im **Verbesserungsplan** werden alle Verbesserungsmöglichkeiten und zusätzlich die Beanstandungen aus den Ergebnissen der unabhängigen Inventarüberprüfung, die im Rahmen des jeweils abgeschlossenen Zyklus der Emissionsberichterstattung identifiziert wurden, gesammelt und mit möglichen Korrekturmaßnahmen hinterlegt. Diese Korrekturmaßnahmen werden durch die Nationale Koordinierungsstelle kategorisiert, mit Prioritäten versehen und in Rücksprache mit den Fachverantwortlichen teilweise in den **Inventarplan** überführt. Dort werden sie mit Terminen und Verantwortlichkeiten hinterlegt. Der Inventarplan durchläuft als Anhang des NIR den Abstimmungs- und Freigabeprozess und stellt somit ein verbindliches Vorgabedokument für die im kommenden Berichtsjahr umzusetzenden Verbesserungsmaßnahmen dar.

Die **Inventarbeschreibung** wird in der Nationalen Koordinierungsstelle als zentrale Dokumentation für die einzelnen Quellgruppen geführt. In dieser werden alle wesentlichen Aspekte der Inventarerstellung beschrieben. Alle quellgruppenspezifischen Arbeiten, die relevant für die quellgruppenspezifische Inventarerstellung sind, sind hierin zu dokumentieren. Die Inventarbeschreibung hat den Charakter einer Hintergrundinformation. Sie gliedert sich in eine **papierene Inventarbeschreibung** und eine **elektronische Inventarbeschreibung** (elB). Beide Versionen sind identisch aufgebaut, werden durch die Nationale Koordinierungsstelle verwaltet und decken die derzeit bei der täglichen Arbeit verwendeten Dokumenttypen ab. Die Pflicht zur Erstellung der beschriebenen Dokumentationen wurde über eine Hausanordnung (siehe Kapitel 1.3.3.1.1) im UBA festgeschrieben und bildet die wesentliche Grundlage für eine Archivierung der

¹³ Hierzu gehören Fachverantwortliche (FV), Fachliche Ansprechpartner (FAP), Qualitätskontrollverantwortliche (QKV), der NIRK (Koordinator für den Nationalen Inventar Report), der NaSEK (Koordinator für das Nationale System), der ZSEK (Koordinator für Das Zentrale System Emissionen), der QSEK (Koordinator für das Qualitätssystem Emissionsinventare)

Inventarinformationen gemäß den Anforderungen aus Paragraph 16 (a) der *Guidelines for National Systems*.

Aus vielfältigen Gründen sieht das Dokumentationskonzept, in Abweichung zu Paragraph 17 der *Guidelines for National Systems*, kein ausschließlich zentrales Archiv vor. Ausschlaggebend für diese Entscheidung waren:

- der umfangreiche und dezentrale Datenbestand, auf dessen Grundlage das deutsche Inventar berechnet wird,
- die verteilte Zuständigkeit für diese Daten,
- Aspekte der Geheimhaltung, die aus rechtlichen Gründen einer Weitergabe von Einzeldaten zum Zwecke der Archivierung an einer zentralen Stelle entgegenstehen.

Das zentrale Archiv hält für darin nicht archivierte Daten ein entsprechendes Referenzsystem vor, aus dem hervorgeht, wer wo welche Daten dezentral archiviert hat und in welcher Form die Aggregation für die Inventare erfolgt ist.

1.3.3.1.6 Das QSE-Handbuch

Mit dem „Handbuch zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei der Erstellung von Emissionsinventaren und der Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen sowie der EU Entscheidung 280/2004/EG“ wurden die internationalen Anforderungen hinsichtlich der Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle bei der Emissionsberichterstattung für das Nationale System Emissionsinventare (NaSE) in Deutschland spezifiziert. Es gilt verbindlich für das Umweltbundesamt und beschreibt das Qualitätssystem Emissionsinventare (QSE).

Das QSE-Handbuch wurde über eine Hausanordnung im Umweltbundesamt in Kraft gesetzt (siehe Kapitel 1.3.3.1.1). Es ist mit seinen mitgeltenden Unterlagen im Intranet des UBA veröffentlicht.

Die mitgeltenden Unterlagen umfassen:

- eine Liste der Fachlichen Ansprechpartner in der Nationalen Koordinierungsstelle,
- eine Liste der Ansprechpartner in den Abteilungen,
- eine Liste der Verantwortlichen in den UBA-Fachgebieten (Fachverantwortliche),
- den Qualitätskontrollplan,
- den Qualitätssicherungsplan,
- die rollenspezifischen QK/QS Checklisten,
- den Verbesserungsplan und Inventarplan
- die Anforderungen zur Berichterstattung aus den Guidelines,
- die Ergebnisse der Inventarüberprüfungen,
- quellgruppenspezifisch den Datenbestand jeder Quellgruppe (Inventarbeschreibung),
- eine Anleitung zur Nutzung der Inventarbeschreibung,
- die Ergebnisse aus der Bestimmung der Hauptkategorien (nach Tier1 und ggf. 2),
- den NIR,
- den Leitfaden zur Berechnung der Unsicherheiten,
- ein Formular für Vorschläge zur kontinuierlichen Verbesserung des QSE und
- eine Anleitung zur Nutzung der QSE-Checklisten.

1.3.3.1.7 Unterstützung der sachkundigen Überprüfungsgruppen

Neben den eigenen Maßnahmen der Qualitätskontrolle und -sicherung geben die Ergebnisse der sachkundigen Überprüfungsgruppen bei der Inventarüberprüfung wichtige Impulse für die Inventarverbesserung. Insofern liegt die Erfüllung der Anforderungen der Paragraphen 16 (b) und (c) hinsichtlich der Bereitstellung archivierter Inventarinformationen für den Überprüfungsprozess und der Beantwortung von Fragen der sachkundigen Überprüfungsgruppen im Eigeninteresse der Nationalen Koordinierungsstelle. Mit entsprechender Priorität wurden diese Aspekte bei der Konzeption des QSE berücksichtigt. Der gesamte tabellarische Schriftverkehr zu den Inventarüberprüfungen inklusive der deutschen Antworten wird daher zusammen mit den Dokumenten der nationalen QK/QS, recherchefähig vorgehalten.

1.3.3.1.8 Nutzung der Monitoring-Daten des Europäischen Emissionshandels zur Verbesserung der THG-Emissionsinventare

Für Quellgruppen, die berichtspflichtige Anlagen unter dem CO₂-Emissionshandelsregime (ETS) beinhalten, werden die Monitoring-Daten des Europäischen Emissionshandels zur Qualitätsverbesserung der jährlichen nationalen Emissionsinventare genutzt.

Durchgeführte Vergleiche haben die Nutzbarkeit zur Verifizierung einzelner Quellgruppen und Identifikation von Fehlstellen prinzipiell bestätigt. Für die regelmäßige Nutzung wurde für den jährlich erforderlichen Datenaustausch ein formalisiertes Verfahren mit terminlichen und ablaufmäßigen Festlegungen vereinbart.

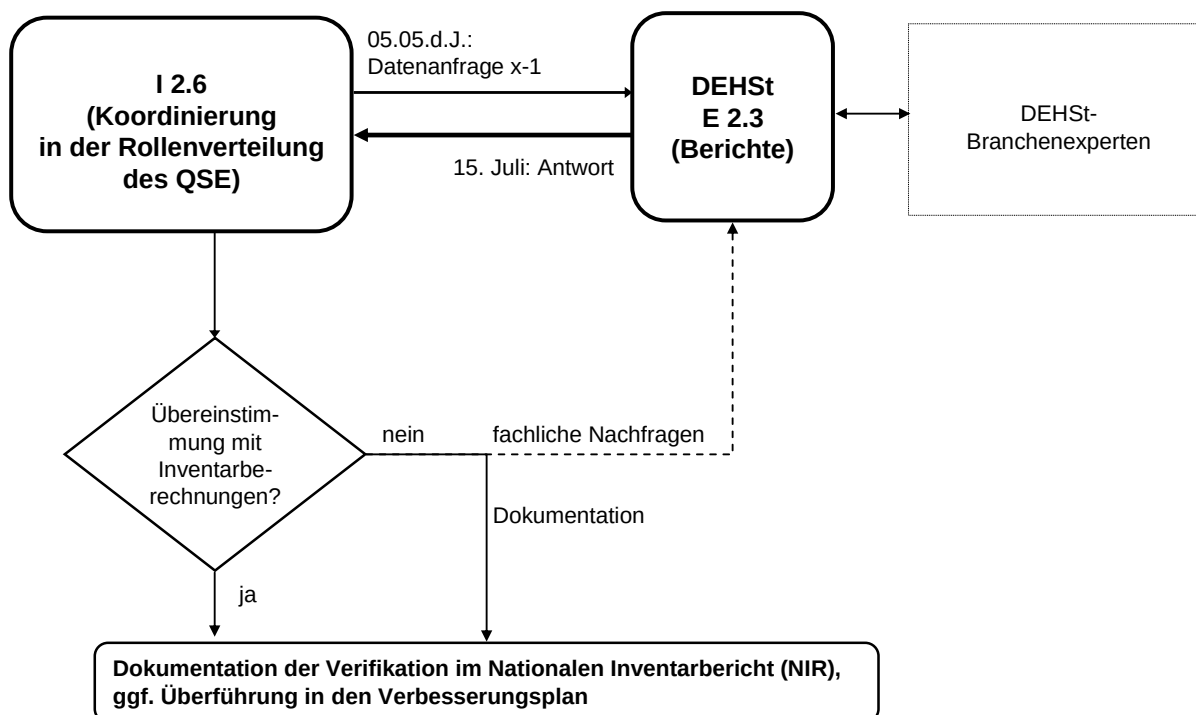


Abbildung 9: Verfahrensablauf für die jährliche Inventar-Verifikation mit ETS-Monitoring-Daten

1.4 Kurze, allgemeine Beschreibung der angewandten Methodik und Datenquellen

1.4.1 Treibhausgas-Inventar

1.4.1.1 Datenquellen

1.4.1.1.1 Energie

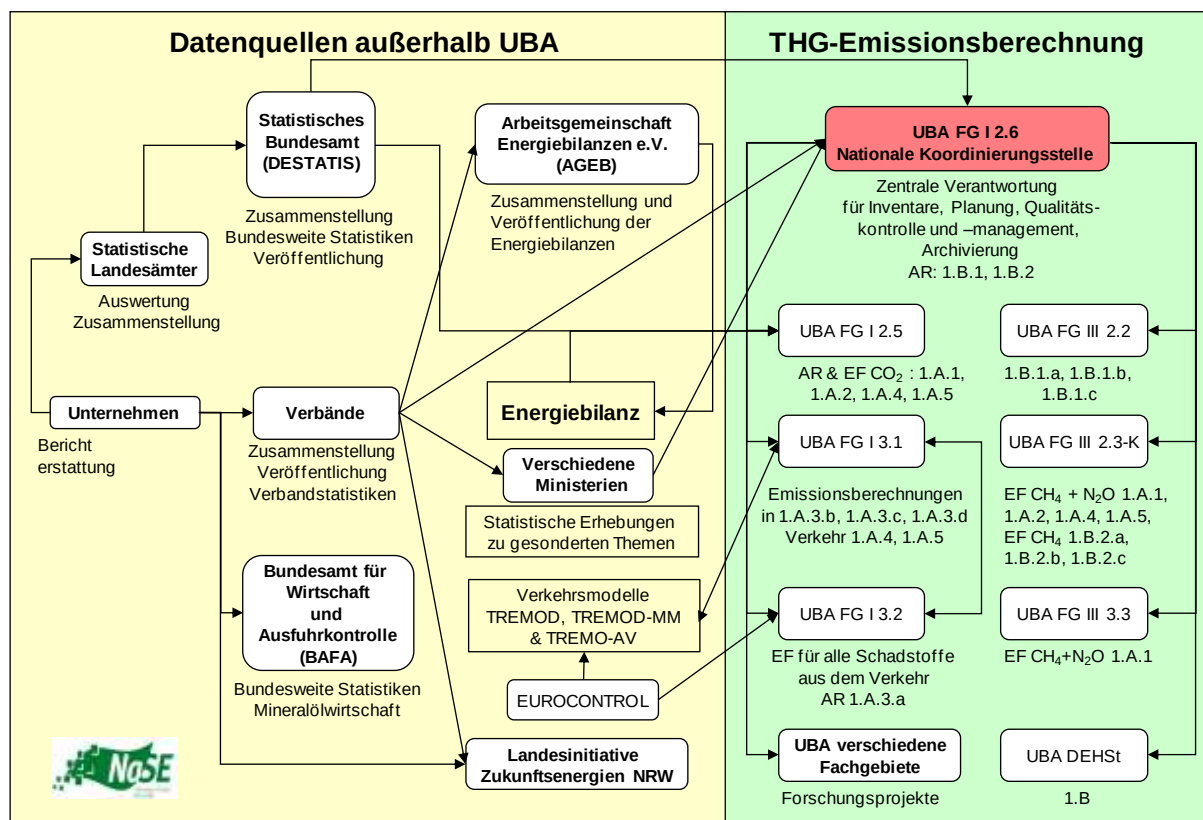


Abbildung 10: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen im Energiebereich

Die wohl wichtigsten Datenquellen für die Ermittlung der Aktivitätsraten für die Quellgruppe 1.A sind die „*Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland*“ (nachfolgend: Energiebilanz), die von der *Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB)* herausgegeben werden. Die Energiebilanz bietet eine Übersicht über die energiewirtschaftlichen Verflechtungen innerhalb der Bundesrepublik und erlaubt eine Aufteilung nach Brennstoffen und Quellgruppen. Die Energiebilanz bezieht ihre Daten wiederum von einer Vielzahl anderer Quellen.

Mit Beauftragung der Energiebilanzen 2007 – 2012 durch das Bundeswirtschaftsministerium wurde die AGEB zur Anwendung der Mindestanforderungen zur Qualitätssicherung des Nationalen Systems verpflichtet. Im Jahr 2013 wird der Auftrag für die Erstellung der Energiebilanzen erneut ausgeschrieben. Weiterhin liegen für die Energiebilanzen der letzten Jahres Qualitätsberichte des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW) und der Energy Environment Forecast Analysis GmbH Co. KG vor, in denen die Maßnahmen zur Qualitätssicherung und -kontrolle beschrieben wurden. Seit 2012 legt die AGEB einen gemeinsamen Qualitätsbericht für die Energiebilanz vor (siehe Kapitel 18.4.2). Ebenfalls seit

2012 hat die AGEB einen Aktionsplan Energiedaten Inventarverbesserung (s. Kapitel 18.5) erarbeitet, in dem dargelegt wurde wie den Beanstandungen aus der Inventarüberprüfung Rechnung getragen werden soll. Damit wird der Forderung aus Paragraph 39 des Überprüfungsbericht 2011 (FCCC/ARR/2011/DEU) nach einem Aktionsplan entsprochen.

Begleitend zur eigentlichen Energiebilanz erscheint die *Satellitenbilanz Erneuerbare Energieträger* (nachfolgend: Satellitenbilanz). In dieser wird das Aufkommen und der Verbrauch erneuerbarer Energieträger detailliert aufgeführt. Die Satellitenbilanz erscheint zusammen mit der Energiebilanz.

Eine weitere wichtige Datenquelle für die Ermittlung der Aktivitätsraten ist das *Statistische Bundesamt*. Verwendet werden die *Fachserien 4 Reihe 4.1.1, Reihe 6.4*, und für die Abfalldaten die Fachserie 19. Diese Daten sind zeitnah verfügbar (ungefähr ein Jahr nach Datenerhebung) und bieten insbesondere eine feine Untergliederung des Verarbeitenden Gewerbes. Zur weiteren Differenzierung der Daten und für Detailfragen werden vom Statistischen Bundesamt Sonderauswertungen zur Verfügung gestellt.

Für den Eisen und Stahl Bereich werden seit der Berichterstattung 2012 Daten der Wirtschaftsvereinigung Stahl genutzt, die u.a. den sogenannten BGS-Bogen (Brennstoff-, Gas- und Stromwirtschaft der Hochofen-, Stahl- und Walzwerke sowie Schmiede-, Press- und Hammerwerke einschließlich der örtlich verbundenen sonstigen Betriebe (ohne eigene Kokerei)) der zum 31.12.2009 eingestellten „Fachserie 4, Reihe 8.1“ ersetzen.

Als zusätzliche Datenquelle wird die STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT, insbesondere deren jährliche Veröffentlichung "Der Kohlenbergbau in der Energiewirtschaft der Bundesrepublik Deutschland" genutzt. Weiterhin werden vom Bundesverband Braunkohle (DEBRIV) Sonderauswertungen zur genaueren Differenzierung der eingesetzten Rohbraunkohlen verwendet. Zusätzlich liefert DEBRIV die nötigen Daten zur Berechnung der Brennstoffeinsätze zur Braunkohlentrocknung.

Eine weitere Datenquelle sind die *Mineralöl-Zahlen des Mineralölwirtschaftsverbandes (MWV) e.V.* (nachfolgend: MWV-Statistik). Diese enthält Daten über Mineralölaufkommen und –verbrauch in Deutschland mit einer Differenzierung nach Quellgruppen. Die Daten der Statistik sind sehr zeitnah verfügbar (Veröffentlichung einige Monate nach Erhebung).

Die zur Energieerzeugung eingesetzten Mengen an Sekundärbrennstoffen (verbucht unter CRF 1.A.2) werden dem Leistungsbericht des Verbandes der Papierindustrie und Berichten des Verbandes der Zementindustrie (VDZ) entnommen.

Die Emissionsfaktoren für die Quellgruppe 1.A stammen aus vom UBA initiierten Forschungsprojekten des Ökoinstituts und des DFIU.

Für die Erhebung der Emissionen des Verkehrs (1.A.3) werden neben den Angaben aus den Energiebilanzen auch die *Amtlichen Mineralöl-daten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)* und die *Mineralöl-Zahlen des MWV* verwendet.

Für den Straßenverkehr werden die Erhebungen dabei überwiegend mit Hilfe des Modells *TREMOD („Transport Emission Estimation Model“; aktuell: Version 5.2, IFEU, 2011)*¹⁴ durchgeführt. Für die in TREMOD stattfindenden Berechnungen werden zahlreiche

¹⁴ Um Minderungsmaßnahmen ableiten und bewerten zu können, werden mit TREMOD auch der Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen der einzelnen Fahrzeugkategorien berechnet. Die Werte werden anschließend mit dem Gesamtverbrauch und der Gesamtemission an CO₂ abgeglichen.

Basisdaten aus allgemein zugänglichen Statistiken und speziellen Untersuchungen verwendet, aufeinander abgestimmt und ergänzt. Eine genaue Beschreibung der Datenquellen zu den Emissionsfaktoren findet sich im Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (INFRAS 2010).

Für den Flugverkehr kommen neben den oben genannten Quellen für Verbrauchsdaten u.a. auch Daten der *europäischen Luftsicherheitsbehörde (EUROCONTROL)* und des *Statistischen Bundesamtes* zum Einsatz: Die Aufteilung von Kraftstoffverbräuchen und Emissionen auf nationalen und internationalen Flugverkehr erfolgt auf Basis von realen Flugbewegungen ermittelten jahresspezifischen Splittfaktoren. Diese werden für die Jahre ab 2003 von Eurocontrol zur Verfügung gestellt. Für alle Jahre davor werden diese aber durch vom Statistischen Bundesamt erfassten Flugbewegungen (Anzahl von Starts und Landungen) abgeleitet. Ebenfalls anhand der vom Statistischen Bundesamt erfassten Flugbewegungen erfolgt die Aufteilung von Verbräuchen und Emissionen auf die verschiedenen Flugphasen. Die Weiterverarbeitung der vielfältigen Eingangsdaten erfolgt erstmalig innerhalb des neu entwickelten Modells TREMOD-AV, einem eigenständigen TREMOD-Modul für den Flugverkehr. Gleichzeitig, für die aktuelle Berichterstattung jedoch zu spät, wurden von Eurocontrol erstmals landesspezifische Verbrauchs- und Emissionsdaten aus dem Modell PAGODA übermittelt, die zur Verifikation der eigenen Erhebungen herangezogen werden konnten.

Für die Erhebung der Emissionen der weiteren mobilen Quellen (in 1.A.4.b & c sowie 1.A.5.b) wird ebenfalls auf die Angaben der AGEb, des BAFA sowie des MWV zurückgegriffen. Eine Sonderstellung nimmt hier der militärische Verkehr (1.A.5.b) ein, für den die Verbrauchsdaten in Gänze den Amtlichen Mineralöl- und Kohle- und Gasdaten des BAFA entnommen werden da diese in den Energiebilanzen nicht mehr gesondert ausgewiesen sind.

Daten zu den Quellgruppen der Kategorie 1.B.1 werden aus den Veröffentlichungen der Statistik der Kohlenwirtschaft e.V., des Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), des DEBRIV, der Deutschen Montan Technologie GmbH (DMT) und der Deutschen Wissenschaftlichen Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle e.V. (DGMK), Interessenverband Grubengas e.V. (IVG) herangezogen.

Wesentliche Grundlage ist hierbei die Statistik der Kohlenwirtschaft. Die Bearbeitung erfolgt unter Einbeziehung von Bundes- und Landesministerien, beziehungsweise deren Behörden (u.a. Landesoberbergämter) und unter Bezugnahme auf Berichte und Stellungnahmen der Landesinitiative Zukunftsenergien NRW (hier AG Grubengas). Die Koordination der Inventarerstellung erfolgt mit Unterstützung des Gesamtverbandes Steinkohle (ehemals Gesamtverbandes des deutschen Steinkohlebergbaus (GVSt)).

Daten zu den Quellgruppen der Kategorie 1.B.2 werden aus den Veröffentlichungen des *Statistischen Bundesamtes* Deutschland, des Mineralölwirtschaftsverband e.V. (MWV), der Deutschen Wissenschaftlichen Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle e.V. (DGMK), des Wirtschaftsverbandes Erdöl und Erdgasgewinnung e.V. (WEG) und der Deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW), der Gasstatistik des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) und der Deutschen Emissionshandelsstelle (DEHSt) herangezogen. Die Bearbeitung erfolgt derzeit unter Einbeziehung von Stellungnahmen des WEG.

1.4.1.1.2 Industrieprozesse

Für die Aktivitätsdaten der Mineralischen Industrie werden überwiegend Verbandsstatistiken herangezogen. Die Daten für die Zementindustrie (2.A.1) stammen vom Verein Deutscher Zementwerke e.V. (VDZ) bzw. dessen Forschungsinstitut unter Beteiligung des Bundesverbandes der Deutschen Zementindustrie e.V. (BDZ). Dabei handelt es sich im Wesentlichen um die im Rahmen des CO₂-Monitorings der freiwilligen Selbstverpflichtung der Industrie zum Klimaschutz veröffentlichten Daten. Die Produktionszahlen für Kalk und Dolomitkalk (2.A.2) werden vom Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie e.V. (BV Kalk) anlagenscharf erhoben und jährlich in aggregierter Form bereitgestellt. Die Verwendung von Kalkstein und Dolomit (2.A.3) wird in anderen Quellgruppen berichtet (engl.: included elsewhere), die Datenquellen werden dort genannt. Die Gesamtsumme an produziertem Soda (2.A.4.a) wird vom Statistischen Bundesamt erhoben, die Verwendung von Soda (2.A.4.b) erfolgt durch eine Expertenschätzung des Umweltbundesamtes. Die Produktionsmenge an Dach- und Dichtungsbahnen (2.A.5) stammt vom Industrieverband Bitumen-Dach- und Dichtungsbahnen e.V. (vdd). Die Produktionsmengen von Asphaltmischgut (2.A.6) werden vom Deutschen Asphaltverband (DAV) bereitgestellt. Die Produktionszahlen für die Herstellung von Glas (2.A.7.a) werden den regelmäßig erscheinenden Jahresberichten des Bundesverbandes Glasindustrie entnommen, wobei Hilfsgrößen zum Glasrecycling anderen Statistiken entstammen. Die Produktionsentwicklung der Keramischen Industrie (2.A.7.b) wird unter Verwendung der amtlichen Statistik und Umrechnungsfaktoren des Bundesverbandes der Ziegelindustrie berechnet.

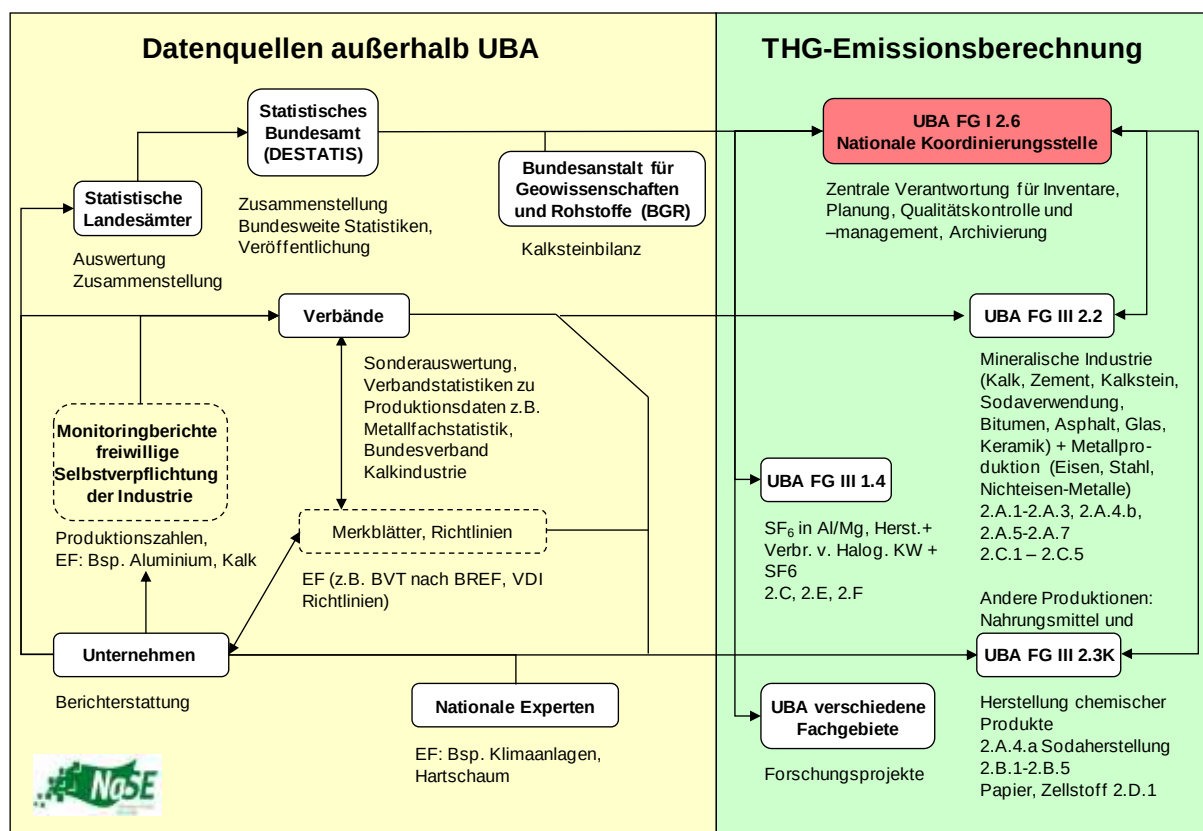


Abbildung 11: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Industrieprozesse

Für die Emissionsfaktoren der Mineralischen Industrie werden vielfältige Quellen genutzt. Der für die Emissionsberechnung der Zementklinkerherstellung (2.A.1) verwendete Emissionsfaktor beruht auf einer Berechnung des Vereins Deutscher Zementwerke e.V. (VDZ) durch Aggregation anlagenspezifischer Daten. Die Berechnung der CO₂-Emissionen der Kalkherstellung (2.A.2) und der Sodaverwendung (2.A.4.b) erfolgt über stöchiometrische Faktoren. Die Herstellung von Soda (2.A.4.a) mittels Solvay-Prozess gilt bezüglich der Rohstoffe als CO₂-neutral. Die Emissionsfaktoren für die Herstellung und Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen (2.A.5) sowie für die Herstellung von Asphaltmischgut (2.A.6) beziehen sich nur auf NMVOC und sind Forschungsberichten entnommen. Die CO₂-Emissionsfaktoren für verschiedene Glassorten (2.A.7.a) sind aus der Glaszusammensetzung und für die Keramische Industrie (2.A.7.b) aus dem Rohstoffinput von Fachverantwortlichen im UBA abgeleitet worden.

In der Quellkategorie 2.B Chemische Industrie werden die Aktivitätsdaten aus Daten des *Statistischen Bundesamtes*, des *Mineralölwirtschaftsverbandes* und direkten Hersteller- und Verbandsangaben ermittelt. Letztere sind vertraulich. Die Emissionsfaktoren sind von Experten im UBA, in Forschungsvorhaben oder von den Herstellern ermittelt worden. Für 2.B.1 Ammoniak-Produktion und 2.B.2 Salpetersäure-Produktion wurden bis 2008 die Aktivitätsdaten vom *Statistischen Bundesamt* erhoben. Seit 2009 werden die Daten für Ammoniak- und Salpetersäureproduktion aufgrund einer Vereinbarung mit der chemischen Industrie für die gesamte Zeitreihe ab 1990 von den Herstellern anlagenspezifisch erhoben und an den Verband weiter gegeben, der diese aggregiert und an das UBA weiterleitet. Dafür ermitteln die Hersteller neben der Aktivitätsrate jeweils für 2.B.1 die Emissionen und für 2.B.2 die Emissionsfaktoren. Für 2.B.3 Adipinsäure-Produktion wurden bis Mitte der 90er Jahre anlagenspezifische Aktivitätsdaten geliefert. Für diese wurde der Default-EF für N₂O verwendet. Inzwischen liefern die Anlagenbetreiber auf vertraulicher Basis die Emissionsangaben direkt an das UBA. Auch für Adipinsäure ist durch eine Vereinbarung im Jahr 2009 die Datenlieferung langfristig gesichert worden. Die Default-EF für NO_x, CO und NMVOC der IPCC sind von den Produzenten in Deutschland nicht nachvollziehbar, weshalb für diese bisher keine Emissionen berichtet werden. Da es für die Calciumcarbid-Produktion (2.B.4) in Deutschland nur einen Hersteller gibt, sind die Daten vertraulich. Das Umweltbundesamt erhält diese direkt vom Hersteller. Unter 2.B.5 Sonstige werden Treibhausgas-Emissionen aus mehreren Produktionsprozessen berichtet: Katalysatorabbrand, Umwandlungsverluste und die Produktion von Ruß. Emissionen von Vorläufersubstanzen werden aus der Produktion von Schwefelsäure, Titandioxid und Organischen Substanzen berichtet. Die Aktivitätsdaten wurden aus Forschungsvorhaben, Daten des Statistischen Bundesamtes und Veröffentlichungen des Mineralölwirtschaftsverbandes ermittelt. Die Emissionsfaktoren stammen aus Experten-Schätzungen, Forschungsvorhaben und Default-Angaben der IPCC-Guidelines.

Die Aktivitätsdaten der Metallindustrie (2.C) werden vom *Statistischen Bundesamt* und den einschlägigen Verbänden (Stahlinstitut VDEh, Wirtschaftsvereinigung Metalle und Gesamtverband der Aluminiumindustrie) geliefert. Die Emissionsfaktoren der Metallindustrie (2.C) werden in der Regel durch die Facheinheiten im Umweltbundesamt berechnet, z.T. werden auch IPCC Default Werte benutzt.

Eine Ausnahme bildet die Quellgruppe Ferroalloys (2.C.2), hier werden die Aktivitätsdaten aus einer Statistik des US Geological Survey verwendet, die Emissionsfaktoren stammen aus einem Forschungsvorhaben bzw. es werden auch IPCC Default Werte genutzt.

Im Bereich Andere Produktionen: Zellstoff- und Papierherstellung (2.D.1) werden die Daten des Leistungsberichtes des Verbandes Deutscher Papierfabriken verwendet. Im Bereich Andere Produktionen: Nahrungsmittel und Getränke (2.D.2) werden Daten der Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie (BVE), des Statistischen Bundesamtes und des Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) genutzt. Emissionsfaktoren stammen aus einem Forschungsvorhaben, das 2008 abgeschlossen wurde.

Im Bereich der Produktion der halogenierten Kohlenwasserstoffe und SF₆ (2.E) werden die Daten über *Herstellerangaben* und *Umfragen bei Herstellern* ermittelt. Die Aktivitätsdaten werden zum überwiegenden Teil im Rahmen von Forschungsprojekten gezielt nach den Anforderungen des Inventars recherchiert, z.T. werden nur Emissionsdaten vom Hersteller zur Verfügung gestellt. Es sind in den einzelnen Unterquellgruppen jeweils nur wenige Unternehmen involviert, so dass diese Bereiche der Vertraulichkeit unterliegen.

Die Aktivitätsdaten für den Verbrauch von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF₆ (2.F) werden aus Hersteller- und Verbandsangaben, aus Erhebungen des Statistischen Bundesamtes und anderer Bundesbehörden, sowie mit Hilfe von Berechnungsmodellen ermittelt. In Einzelfällen liegen auch direkt vom Hersteller Emissionsangaben vor. Die Daten unterteilen sich in mehrere Subquellgruppen. Man unterscheidet außerdem zwischen Herstellungs-, Anwendungs- und Entsorgungsemissionen. Auch bei 2.F unterliegen die Daten in einigen Bereichen der Vertraulichkeit.

Die Emissionsfaktoren für die Quellgruppen 2.E und 2.F werden teilweise aus nationalen und internationalen Merkblättern und Richtlinien entnommen, aus Expertenbefragungen gewonnen oder es werden IPCC Default-Werte übernommen.

Genauere Angaben zu den Emissionsfaktoren sind in der Methodenbeschreibung der einzelnen Quellgruppen zu finden.

1.4.1.1.3 Lösemittel- und andere Produktverwendung

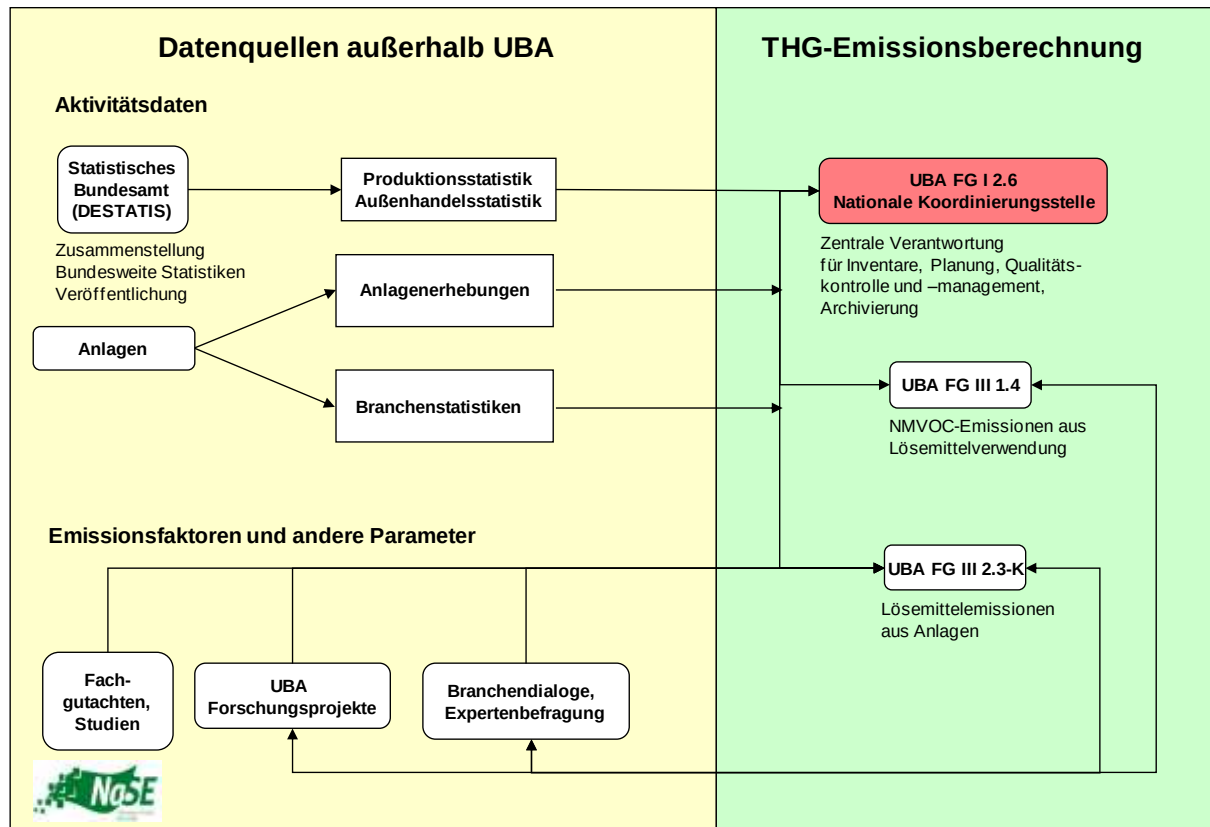


Abbildung 12: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus der Lösemittel- und anderen Produktverwendung

Für die Berechnung der NMVOC-Emissionen aus dem Bereich der Lösemittel- und anderen Produktverwendung ist das UBA-Fachgebiet *Stoffbezogene Produktfragen* (FG III 1.4) zuständig. Für die Untergruppe der Lösemittlemissionen aus Anlagen steht das UBA-Fachgebiet *Übergreifende Angelegenheiten, Chemische Industrie, Feuerungsanlagen* (FG III 2.1) dem UBA-Fachgebiet *Stoffbezogene Produktfragen* im Rahmen dessen „Globalzuständigkeit“ zur Verfügung. Die Zuständigkeit für die Erfassung der N₂O-Emissionen aus Produkten ist im UBA derzeit noch nicht hinreichend definiert.

Für die Aktivitätsdaten wird hauptsächlich auf veröffentlichte Statistiken des Statistischen Bundesamtes zurückgegriffen, insbesondere die Produktions- und Außenhandelsstatistik. Die Aktivitätsdaten werden ergänzt durch Branchenstatistiken und Informationen von Fachexperten. Für die N₂O-Emissionen werden die Ergebnisse aus Forschungsvorhaben und Angaben der Unternehmen genutzt.

Die Emissionsfaktoren und die anderen Parameter, die in die Berechnung der Emissionen aus der Lösemittel- und anderen Produktverwendung eingehen, sind nationalen Studien und Fachgutachten oder vom UBA direkt beauftragten Forschungsprojekten entnommen, teilweise basieren sie auch auf Expertenangaben aus Branchendialogen.

1.4.1.1.4 Landwirtschaft

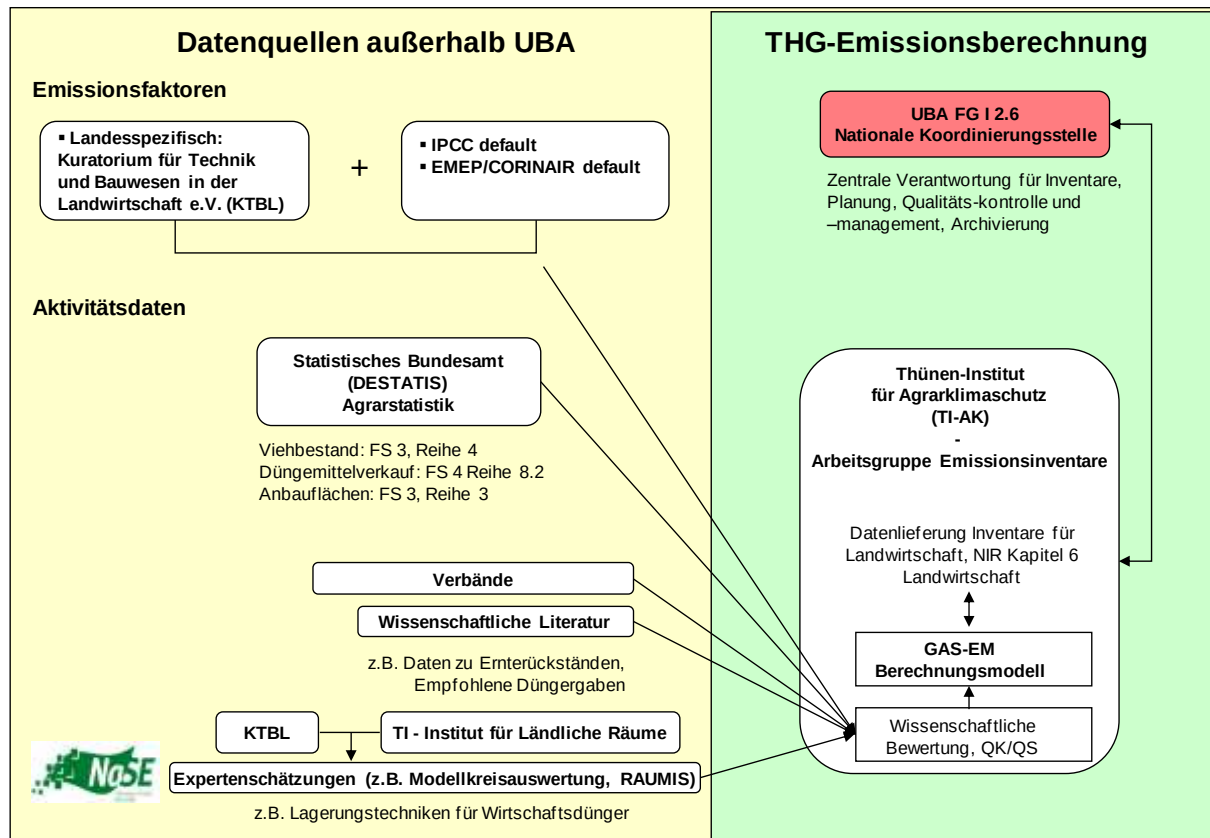


Abbildung 13: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft

Die Berechnungen der Emissionen für die Quellgruppe 4 (Landwirtschaft) erfolgen durch das von Thünen Institut (TI). Zur Berechnung der landwirtschaftlichen Emissionen in Deutschland wurde von BMU und BMELV ein Projekt initiiert, wonach die damalige FAL ein modulares Tabellenkalkulations-Modell (GASeous Emissions, GAS-EM) entwickelte (DÄMMGEN et al, 2002 & HAENEL et al. 2012). Den Daten- und Informationsaustausch und den Betrieb einer gemeinsamen Datenbank bei UBA und FAL regeln BMU und BMELV im Rahmen einer Rahmen-Ressortvereinbarung.

Die Agrarstatistik des Statistischen Bundesamtes stellt eine wesentliche Datenquelle für die Berechnung der Landwirtschaftsemissionen dar. Die Tierzahlen sind der Fachserie 3, Reihe 4 des Statistischen Bundesamtes entnommen (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, FS3 R4), weitere Fachserien stellen die verkauften Düngermengen oder die Angaben zu landwirtschaftlichen Anbauflächen zur Verfügung. In einzelnen Bereichen werden diese Daten aus der Literatur ergänzt (z.B. Ernterückstände, empfohlene Düngergaben). Daneben liegen Daten aus speziellen Expertenschätzungen vor (beispielsweise eine Auswertung von Modell-Landkreisen hinsichtlich Lagerungstechniken für Wirtschaftsdünger).

Die Berechnungen im Bereich Landwirtschaft basieren in vielen Bereichen auf stark differenzierten Aktivitätsdaten, die auf der Basis nationaler Datenquellen erhoben worden sind. Diese werden in vielen Bereichen mit den Standard-Emissionsfaktoren der 1996b und 2006 IPCC Guidelines oder dem EMEP/EEA-Handbuch der United Nation Economic Commission for Europe (UN ECE) kombiniert.

1.4.1.1.5 Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft

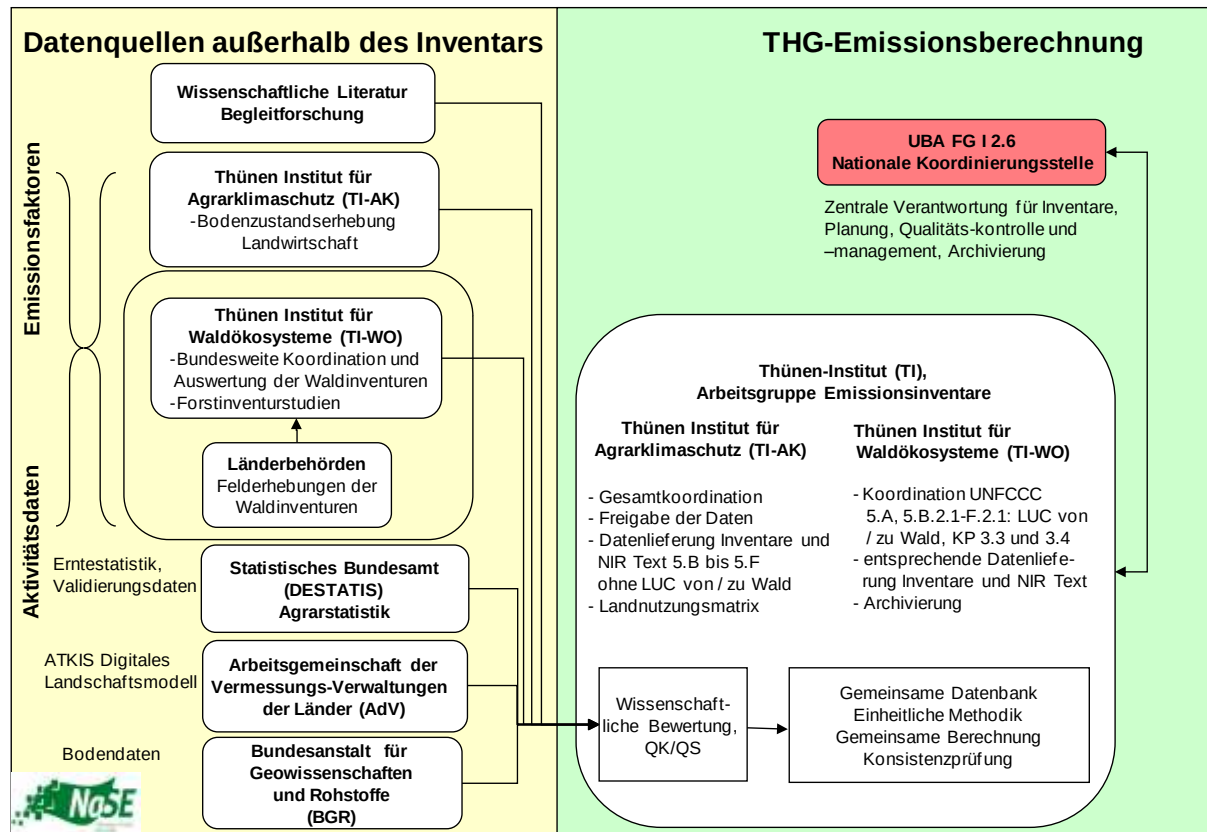


Abbildung 14: Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) und KP-LULUCF

In der Submission 2012 wurde eine konsistente einheitliche Methodik zur Erfassung von Landnutzungsänderungen im LULUC-Sektor und der Forstwirtschaft eingeführt. Die Methodik erweitert das stichprobenbasierte System für die Erfassung der Waldfläche und der Landnutzungsänderungen von und zu Wald auf alle Landnutzungskategorien und -änderungen.

Die Bodenkohlenstoffvorratsschätzung wird derzeit an Hand von nutzungsdifferenzierten Bodenkarten und Bodenprofilaten, die das Bundesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe zur Verfügung stellt, vorgenommen und die Veränderungen dieser Vorräte infolge Nutzungsänderungen mittels Änderungen in den mittleren Vorräten je Landnutzungskategorie abgeschätzt.

Die Schätzung der Kohlenstoffvorratsänderungen in der Biomasse erfolgt anhand der Angaben der Erntestatistik, der Bodennutzungshaupterhebung und spezifischer Faktoren aus der wissenschaftlichen Literatur in Verbindung mit den Flächendaten. Zur Ermittlung der Emissionen aus der Kalkung von Böden wird auf Daten aus der Bundesdüngerstatistik über Inlandsverkäufe von Mineraldüngern, die Kalk und andere Nährstoffe enthalten, zurückgegriffen. Die Düngemittelwirtschaft ist durch eine gesetzliche Berichtspflicht zur Offenlegung ihrer Verkäufe verpflichtet.

Projekte zur Verbesserung von Aktivitätsdaten, vor allem aber zur Ermittlung landesspezifischer Emissionsfaktoren für Kohlenstoff und Stickstoff bzw. CO₂, CH₄ und N₂O, z.B. Projekt „Organische Böden“ (seit 2009), Bodenzustandserhebung Landwirtschaft (seit

2011) u.a., werden die nationalen Abschätzungen der Emissionen und Festlegungen (emissions/removals) validieren bzw. verbessern.

1.4.1.1.6 Abfall und Abwasser

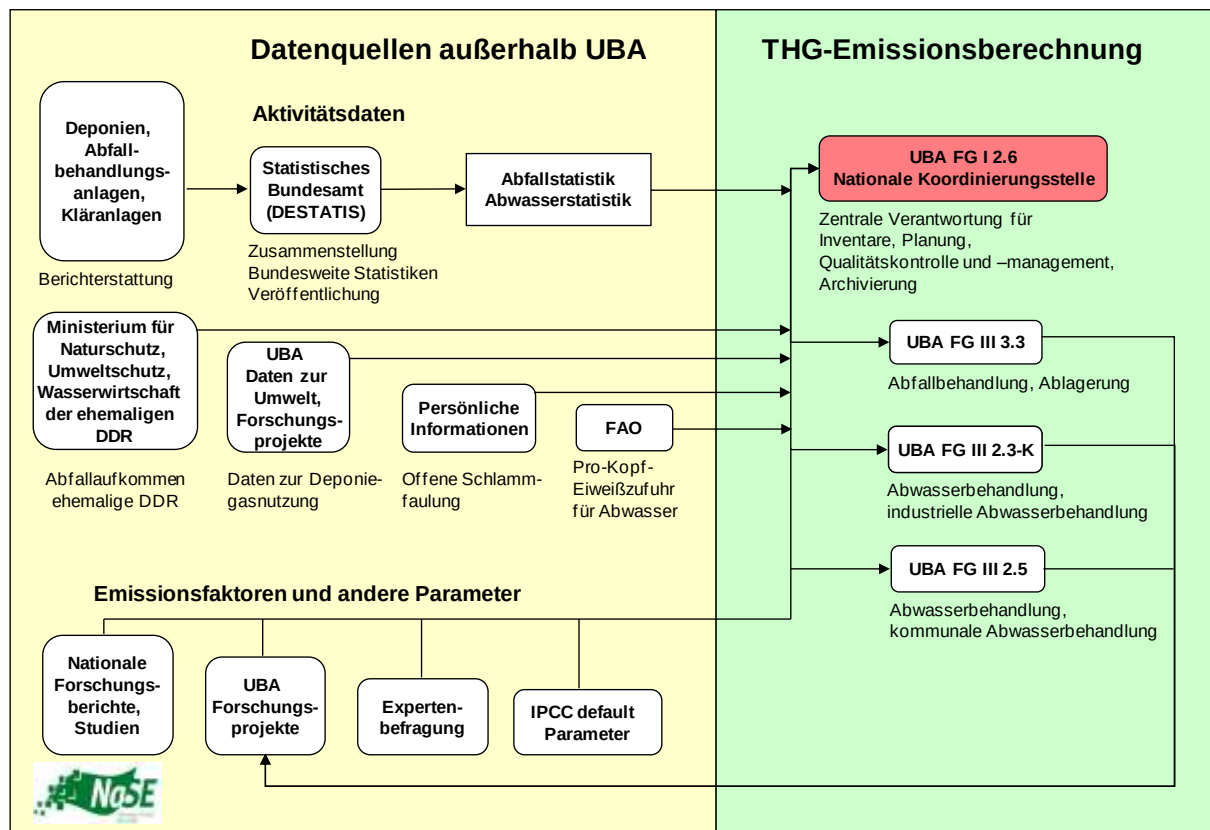


Abbildung 15: Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Abfall und Abwasser

Für die Berechnung der Emissionen aus dem Bereich Abfall ist bezüglich der Methodik und der Wahl der Parameter und Daten für die Berechnungen das UBA-Fachgebiet *Abfallbehandlung, Ablagerung* (FG III 3.3) zuständig. Bei der Neuberechnung der Emissionen aus der Deponierung (Entwicklung der Tier 2 Methode für die Bundesrepublik Deutschland) im Jahr 2003 sowie der Verfeinerung der Tier-2-Methode im Jahr 2006 wurde das UBA durch ein Forschungsprojekt unterstützt (ÖKO-INSTITUT, 2004b).

Für die Aktivitätsdaten im Bereich Abfall wird hauptsächlich auf veröffentlichte Daten des Statistischen Bundesamtes zurückgegriffen, das detaillierte und disaggregierte Zeitreihen liefert. Genaue Angaben, welche statistischen Fachserien und Quellen genutzt wurden, sind im Abschnitt Abfall enthalten. Das Statistische Bundesamt hat keine Daten zu Abfallmengen der ehemaligen DDR veröffentlicht. Hier wurde auf eine offizielle Quelle des Ministeriums für Naturschutz, Umweltschutz und Wasserwirtschaft der ehemaligen DDR zurückgegriffen. Die Berechnungen der Deponiegasnutzung basieren auf Daten der Energiebilanzen und der Fachserie 19 des Statistischen Bundesamtes. Im Rahmen des In-Country-Review 2010 wurde die Datenbasis für die Deponiegasnutzung aktualisiert. Daten der Gasfassung bei Deponien in der Nachsorgephase werden nun statistisch erfasst. Diese Daten stehen mit der vorliegenden Berichterstattung erstmalig zur Verfügung.

Die Emissionsfaktoren und die anderen Parameter, die in die Berechnung der Emissionen aus der Abfalldeponierung, der Mechanisch-Biologischen Abfallbehandlung und der Kompostierung eingehen, stammen aus nationalen Studien und Forschungsberichten, aus vom UBA direkt beauftragten Forschungsprojekten. Darüber hinaus wurden auch IPCC default Parameter genutzt. Zu einigen wenigen Parametern (z.B. Wahl der Halbwertszeit) wurden einzelne Experten befragt. Im entsprechenden Kapitel ist genauer dokumentiert, welche Parameter aus welchen Quellen stammen.

Für die Berechnung der Emissionen aus dem Bereich der industriellen Abwasser- und Schlammbehandlung (6.B.1) ist bezüglich der Methodik und der Wahl der Parameter und Daten für die Berechnungen das UBA-Fachgebiet *Übergreifende Angelegenheiten, Chemische Industrie, Feuerungsanlagen* (III 2.1) zuständig. Für die Berechnung der Emissionen aus dem Bereich der kommunalen Abwasser- und Schlammbehandlung (6.B.2) ist bezüglich der Methodik und der Wahl der Parameter und Daten für die Berechnungen das UBA-Fachgebiet *Überwachungsverfahren, Abwasserentsorgung* (FG III 2.5) zuständig.

Für die Aktivitätsdaten im Bereich Abwasser wird hauptsächlich auf veröffentlichte Daten des Statistischen Bundesamtes zurückgegriffen, das detaillierte und disaggregierte Zeitreihen liefert. Genaue Angaben, welche statistischen Fachserien und Quellen genutzt wurden, sind im Abschnitt Abwasser enthalten. Für die Pro-Kopf-Eiweiß-Zufuhr werden Daten der FAO verwendet.

Die Emissionsfaktoren und die anderen Parameter, die in die Berechnung der Emissionen aus der Abwasserbehandlung eingehen, stammen aus nationalen Studien und aus vom UBA direkt beauftragten Forschungsprojekten. Zudem werden IPCC default Parameter genutzt. Zu einigen wenigen Parametern und methodischen Fragen (z.B. Auftreten von CH₄-Emissionen in aeroben Abwasserbehandlungsverfahren) wurden verschiedene Experten direkt befragt.

1.4.1.2 Methoden

Die verwendeten Methoden für die einzelnen Quellkategorien werden in den Übersichtstabellen der einzelnen Quellgruppen und in den Summary Tables 3s1 und 3s2 der CRF-Berichtstabellen dargestellt. Zudem ist eine ausführliche Beschreibung der in den jeweiligen Quellgruppenkapiteln zu finden.

Unterschieden werden Berechnungen nach länderspezifischen Methoden (CS – country specific), und nach in den einzelnen Quellgruppe unterschiedlich detaillierten IPCC Berechnungsmethoden (engl. *Tier*)¹⁵. Die Zuordnung der Berechnung zu den verschiedenen IPCC-Methoden hängt vom Anteil der Äquivalentemission der Quellgruppe an der Gesamtemission ab. Diese Zuordnung wird durch das Instrument der Key-Category Analyse getroffen (siehe hierzu Kapitel 1.5).

Die in indirektes CO₂ umgerechneten NMVOC Emissionen der Lösemittelverwendung werden auf Basis eines produktverbrauchs-orientierten Ansatzes gemäß den IPCC Guidelines 1996 berechnet.

15 Tier 1 bezeichnet die jeweils einfacheren, mit weniger Eingangsdaten benutzbaren Berechnungsmethoden, während Tier 2 bzw. Tier 3 differenziertere Eingangsdaten benötigen und somit üblicherweise zu genaueren Ergebnissen führen.

1.4.2 KP-LULUCF-Aktivitäten

Die unter der KP-Berichterstattung verwendeten Datenquellen und Methoden unterscheiden sich nicht von den verwendeten Datenquellen und Methoden der Berichterstattung der Quellgruppen 5.A-5.F unter UNFCCC. Daher gibt es diesbezüglich keine Unterschiede. Siehe auch Kapitel 1.4.1.1.5 sowie Kapitel 7.2 und Anhang-Kapitel 19.5.

1.5 Kurzbeschreibung der Hauptkategorien

1.5.1 Treibhausgas-Inventar (mit und ohne LULUCF)

Zur Festlegung der Hauptkategorien wurden beide Tier 1-Verfahren Level (für das Basisjahr, 1990 und 2011) sowie Trend (für 2011 gegenüber dem Basisjahr) für die deutschen Treibhausgasemissionen angewendet. Zusätzlich wurde auch das Tier-2-Verfahren angewendet. Es wurden entsprechend den IPCC-Vorgaben für das Tier-1-Verfahren hierbei nicht nur die Emissionen aus Quellen sondern auch die Einbindung der Treibhausgase in Senken in den Analysen berücksichtigt. Dazu werden die Analysen zunächst nur für die Emissionen aus den Quellen des Anhang 1 der Klimarahmenkonvention durchgeführt und in einem zusätzlichen zweiten Durchlauf die Einbindung der Treibhausgase in die Senken einbezogen. Alle festgelegten Hauptkategorien ergaben sich entweder durch die Levelanalysen oder die Trendbewertung oder die Tier-2-Hauptkategorienanalyse auf Basis der aktuellen Unsicherheitenbestimmung. Durch die Bewertung qualitativer Aspekte sind keine neuen Hauptkategorien hinzugekommen (Erläuterungen hierzu siehe Anhangkapitel 17.1.2).

Im Ergebnis wurden in der Berichterstattung 2013 im Tier-1-Verfahren insgesamt 37 der untersuchten 120 Quell- bzw. Senkengruppen als Hauptquelle identifiziert. Nur 23 hiervon wurden gleichzeitig durch die Trend- und Levelanalysen als Hauptkategorie ermittelt. Zusätzlich wurden 6 Quellgruppen nur durch die Trend- bzw. 8 Quellgruppen nur durch die jeweiligen Levelanalysen als Hauptkategorie identifiziert. Im Tier-2-Verfahren wurden 8 weitere Hauptkategorien identifiziert (s. Tabelle 8).

Letztendlich wurden damit 45 Hauptkategorien festgelegt, die in Tabelle 5 zusammengefasst dargestellt sind.

Tabelle 5: Anzahl der Quellgruppen und Hauptkategorien

Kategorie			120
nach Level 8	Level & Trend 23	Trend 6	Hauptkategorien 37 (Tier 1) +8 (Tier 2) 45 (gesamt)

Eine Übersicht der Ergebnisse der Hauptkategorienanalyse nach Tier 1 ist in Tabelle 7 zusammengestellt. In Tabelle 8 sind die aufgrund der Tier 2 Analyse hinzugekommenen Hauptkategorien dargestellt. Detaillierte Darlegungen zur durchgeführten Hauptkategorien-Analyse sind im Anhang 1 (Kapitel 17) dieses Berichts zusammengestellt.

Gegenüber den im vergangenen Jahr ermittelten Ergebnissen haben sich nur geringe Änderungen ergeben. Die Anzahl der Hauptkategorien nach Tier-1-Analyse ist von 39 auf 37 gesunken. Die folgenden Quellgruppen sind keine Hauptkategorien mehr: CO₂-Emissionen aus dem Eisenbahnverkehr (1.A.3.c) und CH₄ aus Gewerbe, Handel & Dienstleistung

(1.A.4.a). Die Anzahl Hauptkategorien nach Tier-2-Analyse hat sich um eine erhöht, CO₂-Emissionen aus den Haushalten (1.A.4.b) als Hauptkategorie nach Tier 2 ist neu hinzugekommen.

Deutschland wendet alle empfohlenen Verfahren für die Ermittlung bzw. Bewertung der Quellkategorien an. Die IPCC-Guidelines schreiben vor dass 95% der Emissionen aus Quellen bzw. Einbindungen in Senken als Hauptkategorien festgelegt werden müssen. Da die Festlegung der Hauptkategorien in Deutschland durch die Kombination der Ergebnisse aller Analysenverfahren und Bewertungen erfolgt, werden insgesamt die verursachenden Aktivitäten für ca. 98 % des Inventars als Hauptkategorien identifiziert.

1.5.2 Inventar einschließlich der KP-LULUCF Berichterstattung

Im Ergebnis der im vorherigen Kapitel beschriebenen Analyse des UNFCCC-Inventars erwiesen sich die CO₂-Emissionen/Einbindungen der Kategorien *Forest Land* (5.A), *Cropland* (5.B) und *Grassland* (5.C) als Hauptkategorie. Für diese Kategorien wurde unter Anwendung der methodischen Vorgaben des Kapitels „5.4 methodological choice – identification of key categories“ der Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry (IPCC, 2003) weitere detaillierte Analysen durchgeführt. Im Ergebnis wurden die in Tabelle 6 festgelegten Unterkategorien als Hauptkategorien für das KP-LULUCF-Inventar nach Artikel 3.3 identifiziert. Ausschlaggebend hierfür war die Höhe des Emissionsbeitrages bzw. der Emissionstrend. Unter Anwendung der Tabelle 5.4.4 wurden diesen Kategorien die entsprechend Artikel 3.4 gewählten Aktivitäten gegenüber gestellt. Deutschland hat unter diesem Artikel des Kyoto-Protokolls nur Waldbewirtschaftung gewählt. Diese Ergebnisse sowie die für die Auswahl angewendeten Kriterien enthält CRF-Tabelle NIR.3 (Tabelle 342 in Kapitel 17.1.4).

Tabelle 6: Ergebnis der Hauptkategorienanalyse KP-LULUCF

IPCC Source categories	Emissions / Sinks of	1990	2011	Key category assessment
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	CO2	74.155,8	27.952,8	●
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	CH4	0,4	0,1	-
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	N2O	0,2	0,2	-
5.A.2 Land converted to Forest Land	CO2	6.485,1	4.836,3	●
KALK CROPLAND	CO2	1.158,9	1.775,9	-
5.B.1 Cropland remaining Cropland	CO2	22.255,7	23.433,3	●
5.B.1 Cropland remaining Cropland	N2O	IE	IE	IE
5.B.2 Land converted to Cropland	CO2	5.217,5	3.423,3	-
5.B.2 Land converted to Cropland	N2O	0,6	0,7	-
5.C.1 Grassland remaining Grassland	CO2	11.707,6	10.325,5	●
5.C.2 Land converted to Grassland	CO2	380,1	1.557,1	-
5.D.1 Wetlands remaining Wetlands	CO2	2.050,7	2.020,7	-
5.D.2 Land converted to Wetlands	CO2	182,5	107,4	-
5.E.1 Settlements remaining Settlements	CO2	1.600,4	1.665,3	-
5.E.2 Land converted to Settlements	CO2	707,3	590,7	-
5.F.1 Other Land remaining Other Land	CO2	0,0	0,0	-
5.F.2 Land converted to Other Land	CO2	0,0	0,0	-
5.G Other	CO2	116,8	64,3	-

Tabelle 7: Hauptkategorien für Deutschland gemäß Tier 1-Ansatz

IPCC Source Categories	Activity	Emissions of	Base Year	Base Year +sinks	Level				Trend		Emission Base Year	Emission 2011
					LEVEL 1990	1990 +sinks	LEVEL 2011	2011 +sinks	2011	2011 +sinks		
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	CH4	-	-	-	-	-	-	●	●	185,8	1.864,2
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	339.017,9	314.159,6
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	N2O	●	-	-	-	-	-	-	-	3.568,9	2.631,9
1A1b Petroleum Refining	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	20.005,9	18.380,0
1A1c Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	64.393,8	17.006,6
1A2a Manufacturing Industries and Construction: Iron and Steel	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	34.742,0	34.323,0
1A2e Manufacturing Industries and Construction: Food Processing	all fuels	CO2	-	-	-	-	-	-	●	●	1.989,2	190,7
1A2f Manufacturing Industries and Construction: Other	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	137.298,8	78.190,5
1A3b Transport: Road Transportation	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	150.358,3	147.867,4
1A3e Transport: Other Transportation	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	-	-	4.751,7	4.098,1
1A4a Other Sectors: Commercial/Institutional	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	63.949,6	33.429,9
1A4b Other Sectors: Residential	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	129.474,0	81.918,8
1A4c Other Sectors: Agriculture/Forestry/Fisheries	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	11.059,8	5.970,9
1A5 Other: Include Military fuel use under this category	all fuels	CO2	●	●	●	●	-	-	●	●	11.811,1	1.202,1
1B1a Fugitive Emissions from Fuels: Coal Mining and Handling	Solid Fuels	CH4	●	●	●	●	-	-	●	●	18.415,2	2.612,3
1B1c Fugitive Emissions from Fuels: Other (Abandoned Mines)	Solid Fuels	CH4	-	-	-	-	-	-	●	●	1.806,8	15,1
1B2b Fugitive Emissions from Fuels: Natural Gas	Gaseous Fuels	CH4	●	●	●	●	●	●	-	-	6.966,1	5.372,5
2A1 Mineral Products: Cement Production	Clinker Production	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	15.145,8	13.130,8
2A2 Mineral Products: Lime Production	Limestone and Dolomite	CO2	●	●	●	●	●	●	-	-	5.867,6	4.926,6
2B1 Chemical Industry	Ammonia Production	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	5.745,0	7.450,0
2B3 Chemical Industry	Adipic Acid Production	N2O	●	●	●	●	-	-	●	●	18.804,6	521,6
2B5 Chemical Industry	Other	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	6.888,2	9.211,8
2C1 Metal Production: Iron and Steel Production	Steel (integrated production)	CO2	●	●	●	●	●	●	-	-	22.711,9	16.350,0
2C3 Aluminium Production	0	PFC's	-	-	-	-	-	-	●	●	1.551,7	81,5
2E Production of Halocarbons and SF6	Production of HCFC-22	HFC's	●	●	●	●	-	-	●	●	4.218,5	41,4
2F Industrial Processes	Consumption of Halocarbons and SF6	HFC's	-	-	-	-	●	●	●	●	C	C
2F Industrial Processes	Consumption of Halocarbons and SF6	SF6	●	●	●	●	-	-	●	●	C	C
3D Total Solvent and Other Product Use	0	N2O	-	-	-	-	-	-	●	●	1.924,6	287,9

IPCC Source Categories	Activity	Emissions of	Level						Trend		Emission Base Year	Emission 2011
			Base Year	Base Year +sinks	LEVEL 1990	1990 +sinks	LEVEL 2011	2011 +sinks	2011	2011 +sinks		
4A1 Enteric Fermentation	Dairy Cattle	CH ₄	•	•	•	•	•	•	-	-	16.002,7	11.677,4
4A1 Enteric Fermentation	Non-Dairy Cattle	CH ₄	•	•	•	•	•	•	-	-	12.229,0	7.996,3
4D1 Agricultural Soils	Direct Soil Emissions	N ₂ O	•	•	•	•	•	•	•	•	29.140,6	26.360,9
4D3 Agricultural Soils	Indirect Emissions	N ₂ O	•	•	•	•	•	•	•	•	16.539,7	14.195,7
5A Forest Land	0	CO ₂		•		•		•		•	-80.640,9	-32.789,1
5B Cropland	0	CO ₂		•		•		•		•	28.632,1	28.632,5
5C Grassland	0	CO ₂		•		•		•		-	11.327,5	8.768,4
6A Solid Waste Disposal on Land	Managed Waste Disposal on Land	CH ₄	•	•	•	•	•	•	•	•	38.598,0	11.046,0
6B Wastewater Handling	Domestic and Commercial Wastewater	CH ₄	-	-	-	-	-	-	•	•	2.226,2	60,9

Tabelle 8: Hauptkategorien für Deutschland, die sich nur aufgrund des Tier 2-Ansatzes ergeben

IPCC Source Categories	Activity	Emissions of
1.A.4.b Other Sectors: Residential	All Fuels	CO ₂
4.B.1.a Manure Management: Other	Dairy Cattle	CH ₄
4.B.1.a Manure Management: Other	Dairy Cattle	N ₂ O
4.B.8 Manure Management: Swine	Swine	CH ₄
4.D.2 Agricultural Soils	Pasture, Range and Paddock Manure	N ₂ O
5.D Wetlands		CO ₂
5.E Settlements		CO ₂
6.B Wastewater Handling	Domestic and Commercial Wastewater	N ₂ O

1.6 Informationen zum Qualitätssicherungs- und –kontrollplan sowie zum Inventarplan inklusive Verifizierung und zum Umgang mit vertraulichen Informationen

1.6.1 Prozeduren zu Qualitätssicherung- und –kontrolle

1.6.1.1 QK/QS-Plan

Gemäß den Anforderungen der IPCC Good Practice Guidance sollen die für die Emissionsberichterstattung notwendigen QK/QS-Maßnahmen in einem QK/QS-Plan zusammengefasst werden. Dabei ist die primäre Aufgabe eines QK/QS-Plans, diese Maßnahmen zu organisieren, zu planen und die Durchführung sicherzustellen.

Organisation:

Eine allgemeine Beschreibung der aufbau- und ablauforganisatorischen Organisation der Qualitätssicherung und -kontrolle findet sich in Kapitel 1.3.3.1. Dort sind auch die Prinzipien und Dokumente zur Steuerung und Dokumentation dieser Maßnahmen beschrieben.

Planung:

Im „Handbuch zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei der Erstellung von Emissionsinventaren und der Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen sowie der EU Entscheidung 280/2004/EG“ (UBA, 2007b, unveröffentlicht) sind die Anforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei der Emissionsberichterstattung detailliert beschrieben. Qualitätsprüfungen, die überwiegend während der Inventarerstellung erfolgen, bilden das Herzstück der im Handbuch gemachten Vorgaben.

Durchführung:

Die Qualitätsprüfungen werden mit Hilfe von Checklisten umgesetzt (zum Inhalt siehe Kapitel 1.3.3.1.5 und 22.1.2.1.11). Diese bestehen zurzeit aus ca. 100 rollenspezifischen Einzelzielen sowie rund 50 optionalen Zielen.

Aktuell sind etwa 50 UBA- und externe Mitarbeiter in unterschiedlichen funktionalen Rollen in vier abgestuften, aufeinander aufbauenden QK/QS-Prüfebenen in die Emissionsberichterstattung eingebunden. Die Prüfebenen werden repräsentiert durch den eigentlichen Experten (FV), seinen Fachvorgesetzten (QKV), einen fachlichen Ansprechpartner für die Quellgruppe in der Nationalen Koordinierungsstelle (FAP) und schließlich durch die Koordinatoren, die gemeinsam für das konsistente Gesamtergebnis NIR, Inventar, QSE und Unsicherheitschätzung zuständig sind.

Die rollenspezifischen QK/QS-Prüfungen werden generell den allgemeinen Qualitätszielen (siehe Kapitel 22.1.2.1.10.3) und den einzelnen Prozessschritten (siehe Kapitel 1.2.3) bei der Inventarerstellung zugeordnet, damit die anschließende Auswertung auch nach diesen Gesichtspunkten erfolgen kann. In der Summe decken die Prüfungen den gesamten Prozess der Inventarerstellung ab.

Die anschließende Auswertung der Checklisten zeigt Quellgruppen auf, die hinsichtlich der Einhaltung spezifischer Inventaranforderungen zu überprüfen und ggf. zu überarbeiten sind. Zu diesem Zweck werden sie um weiterführende Informationen ergänzt. Die überwiegende Mehrzahl aller identifizierten Prüfbedarfe werden in den verbindlichen Inventarplan überführt.

Dieser wird haus- und ressortabgestimmt und anschließend in aggregierter Form veröffentlicht.

1.6.1.2 Inventarplan

Für die Erstellung des Inventarplans werden die Ergebnisse der QK/QS-Checklisten aller Quellgruppen ausgewertet. Sie werden ergänzt um die im NIR benannten Verbesserungsaktivitäten (s. Kapitel 10.4.1), um die Auswertung der Ergebnisse der verschiedenen Reviewprozeduren der UNFCCC und der EU-Kommission sowie um sonstige Verbesserungsbedarfe. Der Inventarplan umfasst damit eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen, die von unterschiedlichen Rollen des QSE (FV, QKV, FAP, ZSEK, QSEK und NaSEK; siehe Rollenkonzept des QSE Kapitel 1.3.3.1.3) und den in die Emissionsberichterstattung eingebundenen Bundesministerien Deutschlands (siehe Kapitel 1.2.1.4) umzusetzen sind. In der Tabelle kann aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht nach Zuständigkeitsbereichen (z.B. Bundesministerien, UBA oder FV, QKV, FAP, NaSEK etc.), Emissionsparametern (AR, EF, Emissionen etc.) oder Quellen von Einzelmaßnahmen unterschieden werden. Die Einzelmaßnahmen wurden zu den in Tabelle 9 dargestellten übergeordneten Maßnahmen zusammengefasst. Der Inventarplan wird in einem fortlaufenden Prozess regelmäßig aktualisiert.

Im Zuge der Umsetzung der Maßnahmen des Inventarplans können regelmäßig große Teile der enthaltenen Einzelmaßnahmen bearbeitet und damit aufgelöst werden.

Tabelle 9: Inventarplan 2013

Kategorie (CRF-Code)	Planung zur Inventarverbesserung / Handlungsbedarf
4.A.+B, 6.B.2	Überprüfung, ob die Anforderungen der IPCC-Good Practice Guidance an die Auswahl der Berechnungsmethode und die Verfahren bei vorliegenden Methodenwechsel erfüllt sind oder ob bestehende Berechnungsmethoden/Modelle ggf. angepasst werden müssen.
1.A.3.c, 2.A.7.(b), 6.B.1	Überprüfung, ob Lücken in der Datenverfügbarkeit für Zeitreihe(n) ab 1990 vorliegen.
1.A.3.e.ii, 2.A.5, 6.B.2	Überprüfung, ob die Quellgruppe vollständig durch die Datenquelle abgedeckt wird und die Datenzuschnitte der EF und AR übereinstimmen.
1.A.3.b, 1.A.3.e.ii, 1.A.4.c.iii, 2.A.6, 6.B.2	Überprüfung, ob die Unsicherheiten ermittelt wurden und vollständig sind.
1.A.2.e, 1.A.2.f.b+c, 1.A.3.a.ii, 1.A.3.b+c+d.ii+e.ii, 1.A.4.c.ii+iii, 1.A.5.b, 1.C.1.b, 6.B	Überprüfung, ob die geforderten Aufzeichnungs- und Dokumentationspflichten erfüllt werden und die jeweiligen Unterlagen vollständig und nachvollziehbar sind.
1.A.1, 1.A.3.b, 2.A.6, 2.C.2, 5, 5 (III), 5.A.(f), 5.B-F, 6.B.2	Überprüfung, ob Datenlieferanten bzw. Auftragnehmer geeignete routinemäßige Qualitätskontrollen durchführen und ob die durch die Nationale Koordinierungsstelle festgelegten Anforderungen an die Emissionsberichterstattung an diese weitergegeben und umgesetzt werden.
1.A.2.f, 1.A.3.e.ii, 1.A.4.iii, 1.A.5.b, 2.A.1+2+4+6+7b, 6.B	Überprüfung, ob die Anforderungen zum Abgleich und zur Verifizierung von Daten bzw. zugrunde liegender Annahmen erfüllt werden.
1.A., 1.A.3.d, 1.B.2.b, 4.+5., 6, 6.B.2	Überprüfung, ob die Hinweise aus den Inventarüberprüfungen berücksichtigt werden konnten.
1.A.2.f(a+b), 1.A.3.b, 1.A.4, 5., 6.A.1, 6.B.2, 6.D.2	Überprüfung, ob die Anforderungen an die Datenkonsistenz erfüllt werden und die jeweiligen Unterlagen vollständig und nachvollziehbar sind.
1.A.3.d, 1.A.3.e.ii, 5.B-D, 6.B.2	Überprüfung, ob die EF die Anforderungen an die Vollständigkeit erfüllen (ohne Fehlstellen, vollständig dokumentiert und plausibel).
1.A.2.f.(b+c), 1.C.1.b, 4.(b), 4.B, 4.D, 5.A-C	Überprüfung, ob die AR die Anforderungen an die Vollständigkeit erfüllen (ohne Fehlstellen, vollständig dokumentiert und plausibel).
6.B.2	Überprüfung, ob Dateneingaben in das ZSE richtig im Sinne einer fehlerfreien Eingabe von Zahlen, Einheiten, Umrechnungsfaktoren und korrekter Einbindung sind.
1.A.2.f.(a-d), 2.A.6, 2.A.7.(b), 6.B	Überprüfung, ob die Quellgruppe für den NIR entsprechend der geforderten sechs Unterkapitel des NIR ("Beschreibung der Quellgruppe", "Methodische Aspekte" etc.) vollständig und nachvollziehbar beschrieben ist.
1.A.2.e+f, 1.A.3.d, 1.A.3.e.ii, 1.A.4, 1.A.4.a+c.ii, 1.A.5.b, 1.B.2, 1.B.2.d, 2.A.5, 4.A+B+D, 5.A., 6.B	Handlungsbedarfe unterschiedlichen Inhalts.
1.A.2.b, 1.A.2.e, 1.A.3.e, 1.A.3.e.i, 1.B.1, 1.B.2.b, 1.B.2.c.(a), 2.A.4.(b), 2.A.5, 3.D.1+4, 6.B.2	Überprüfung ob Zuständigkeiten aktualisiert werden müssen.
1.A.1, 1.A.2.f, 1.A.3.e, 1.B.2, 1.B.2.a.v,	Initiierte Forschungsprojekte zur Inventarverbesserung.

Um den Empfehlungen verschiedener Review-Teams nach mehr Transparenz zu entsprechen werden im Folgenden ergänzende Informationen zum Inventarplan gegeben.

Seit erstmaliger Veröffentlichung eines Inventarplanes mit der Berichterstattung 2007 sind etwa 2500 Handlungs- bzw. Verbesserungsbedarfe im Qualitäts-System zur Verbesserung adressiert worden. Da diese Summe insgesamt nicht übersichtlich darstellbar ist, wird im Folgenden ein Überblick über die Entwicklung des IP in den letzten 4 Jahren (2010 bis 2013) gegeben.

Zum Ende des Berichterstattungsjahres 2012 besteht der Inventarplan aus rund 1100 Handlungs- bzw. Verbesserungsbedarfen. Sie verteilen sich auf etwa 160 Quellgruppen.

Mit der Berichtsrunde 2013 sind rund 111 Verbesserungsbedarfe neu erkannt worden. Von den enthaltenen Verbesserungsbedarfen sind derzeit 750 (Vorjahr 540) erledigt. Die Schwerpunkte der erreichten Verbesserungen liegen in den Bereichen Reviewergebnisse, Dokumentation und Verifizierung. Schwerpunkte der 336 (Vorjahr 435) offenen bzw. in Bearbeitung befindlichen Verbesserungsbedarfe sind Dokumentation, Verifizierung und QK bei Datenlieferanten. Berücksichtigt man bei der Anzahl der offenen Verbesserungsbedarfe die Anzahl von Wiederholungen, die sich durch die Wiedergabe von Checklistenresultaten der Vorjahre zwangsläufig ergeben können, so liegen derzeit tatsächlich 254 offene Verbesserungsbedarfe vor.

In der Übersicht der Tabelle 10 und Tabelle 11 werden detailliertere Informationen zu den erledigten und den noch offenen Verbesserungsbedarfen gegeben. In den Tabellen sind die Reviewergebnisse der Jahre 2006 bis 2010, die im NIR getroffenen Aussagen zu geplanten Verbesserungen der Jahre 2011 bis 2013, die sonstigen Verbesserungsbedarfe der Jahre 2008 bis 2013 sowie die CHKL-Ergebnisse der Jahre 2010 bis 2013 enthalten.

Detailinformationen zu einzelnen Verbesserungen hinsichtlich Quellgruppe, Priorität, Terminisierung, Zuständigkeit, Gas, Brennstoff, Qualitätsziele, Handlungsbedarf etc. können aufgrund des erheblichen Umfangs der Informationen hier unmöglich dargestellt werden. Weiterführende Auszüge aus dem Inventarplan können für die erledigten Reviewergebnisse unter Tabelle 310 (Zusammenstellung der im IP dokumentierten erledigten Review-Empfehlungen) und für die im NIR getroffenen Aussagen zu geplanten Verbesserungen unter Tabelle 311 (Zusammenfassung der in den NIR-Quellgruppenkapiteln genannten geplanten Verbesserungen) eingesehen werden.

Tabelle 10: Inventarplan - erledigte Handlungsbedarfe/Verbesserungen

Hauptkategorie	Kategorie (CRF-Code)	Planung zur Inventarverbesserung / Handlungsbedarf	Quelle	Quellenbezug_Berichtsjahr
Energy	1.A	Überprüfung, ob die	ARR	2008
Industrial Processes	2.B.5, 2.E.3, 2.F.1+6	Anforderungen der IPCC-Good Practice Guidance an die Auswahl der Berechnungsmethode und die Verfahren bei vorliegenden Methodenwechsel erfüllt sind oder ob bestehende Berechnungsmethoden/Modelle ggf. angepasst werden müssen.	S&A I, NIR, CHKL	2006, 2010, 2012
Agriculture	4.B		Sonstige	2009
Energy	1.A.2	Überprüfung, ob die verwendeten	CHKL	2011
Agriculture	4.A.(a), 4.B.(a)	Datenquellen(n) langfristig verfügbar sind.	CHKL	2010
LULUCF	5		Sonstige	2008
Waste	6.D.(b)		CHKL	2010
Energy	1.A.3.c	Überprüfung, ob Lücken in der	CHKL	2010
Industrial Processes	2.C.2+3	Datenverfügbarkeit für	CHKL	2010-2011
Agriculture	4.A.(b), 4.D	Zeitreihe(n) ab 1990 vorliegen.	CHKL	2010-2011
LULUCF	5.A.(b)		CHKL	2012
Waste	6.A.1	Überprüfung, ob die Quellgruppe vollständig durch die Datenquelle abgedeckt wird und die Datenzuschnitte der EF und AR übereinstimmen.	NIR	2012
Energy	1.A.2, 1.A.3.a.ii, 1.A.3.b+c, 1.A.3.e.ii, 1.A.5.	Überprüfung, ob die Unsicherheiten ermittelt wurden und vollständig sind.	CHKL	2010-2012
Industrial Processes	2.A.5, 2.C.1-3		CHKL, NIR	2010-2011
LULUCF	5, 5(III+IV), 5.A.(c+f), 5.B-F		Sonstige, CHKL, NIR	2008, 2010-2011
Waste	6.A.1		CHKL	2011
Energy	1.A, 1.A.1+2, 1.A.3.a.ii, 1.A.3.b+c, 1.A.3.d.ii, 1.A.3.e, 1.A.4, 1.A.5.a+b, 1.B.1+2, 1.C.1.b	Überprüfung, ob die geforderten Aufzeichnungs- und Dokumentationspflichten erfüllt werden und die jeweiligen Unterlagen vollständig und nachvollziehbar sind.	CHKL	2010-2012
Industrial Processes	2.C.1-3, 2.D.1+2		CHKL	2010-2011
Agriculture	4.A.(a), 4.B.(a)		CHKL	2010
LULUCF	5, 5(III+IV), 5.A-F		CHKL, Sonstige	2008, 2010
Waste	6.A.1, 6.B.2, 6.D.		CHKL	2010-2011
Energy	1.A.2, 1.A.3.a.ii, 1.A.3.b+c, 1.A.3.d.ii, 1.A.3.e.ii, 1.A.4.c.ii, 1.A.5.b, 1.C.1.b	Überprüfung, ob Datenlieferanten bzw. Auftragnehmer geeignete routinemäßige Qualitätskontrollen durchführen und ob die durch die Nationale Koordinierungsstelle festgelegten Anforderungen an die Emissionsberichterstattung an diese weitergegeben und umgesetzt werden.	CHKL	2010-2011
Industrial Processes	2.C.2		CHKL	2011
Agriculture	4, 4.A., 4.B., 4.D		CHKL, Sonstige	2008, 2010-2011
LULUCF	5, 5(III), 5.A.(f), 5.B-F		CHKL, Sonstige	2008, 2010, 2012
Waste	6.B.2		CHKL	2010-2011

Hauptkategorie	Kategorie (CRF-Code)	Planung zur Inventarverbesserung / Handlungsbedarf	Quelle	Quellenbezug_Berichtsjahr
Alle	Alle	Überprüfung, ob die	ARR	2008
Energy	1, 1.A, 1.A.1+2, 1.A.3.a-e, 1.A.4, 1.A.4.c.iii, 1.A.5.a+b, 1.B.1+2, 1.C.1.a	Anforderungen zum Abgleich und zur Verifizierung von Daten bzw. zugrunde liegender Annahmen erfüllt werden.	ARR, Eu-Rev, S&A I, CHKL, NIR	2006-2008, 2010-2012
Industrial Processes	2.A.2, 2.A.4.(a), 2.A.7., 2.B.1, 2.C.1-3, 2.D.2,		CHKL	2010-2012
LULUCF	5(III), 5.B-F		CHKL	2010, 2012
Waste	6.A.1		CHKL	2011
Alle	Alle	Überprüfung, ob die Hinweise aus den Inventarüberprüfungen und dem Inventarplan berücksichtigt werden konnten.	ARR, IRR	2006, 2009-2010
Energy	1, 1.A, 1.A.1.a, 1.A.2, 1.A.2.a, 1.A.2f, 1.A.3.b-d, 1.B.1+2, 1.BU.1, 1.C.1		ARR, IRR, SL	2006, 2008-2010
Industrial Processes	2, 2.A.1-4, 2.B.1-3, 2.C.1-4, 2.E, 2.F		ARR, IRR, CHKL	2006, 2008-2010
Solvents	3.A – 3.D		ARR	2008
Agriculture	4, 4.A-B, 4.D		ARR, IRR, NIR	2006, 2008-2010, 2012
LULUCF	5, 5.A-D		ARR, IRR, SL	2006, 2008-2010
Waste	6, 6.A, 6.B, 6.B.2, 6.C, 6.D		ARR, IRR	2006, 2008-2010
Energy	1.A, 1.A.1+2, 1.A.2.a+f, 1.A.3.b+d, 1.A.4, 1.B.1.a, 1.B.2	Überprüfung, ob die Anforderungen an die Datenkonsistenz erfüllt werden und die jeweiligen Unterlagen vollständig und nachvollziehbar sind.	ARR, EU-Rev, S&A I, CHKL	2006-2008, 2010-2011
Industrial Processes	2, 2.A.5+6, 2.B.2+5, 2.C.1, 2.D.1.(b), 2.F.1		EU-Rev, CHKL	2007, 2010-2011
Agriculture	4, 4.D		ARR	2008
LULUCF	5.A.2, 5.B.1, 5.C.1		EU-Rev	2007
Waste	6.A.1, 6.B.2		EU-Rev, CHKL	2007, 2011
Energy	1.A.1, 1.A.2, 1.A.4, 1.A.5.a	Überprüfung, ob die EF die Anforderungen an die	EU-Rev, S&A I	2006, 2007
Industrial Processes	2.B.1, 2.C.4, 2.F	Vollständigkeit erfüllen (ohne Fehlstellen, vollständig dokumentiert und plausibel).	EU-Rev, NIR	2007, 2011
Agriculture	4.B, 4.B.(b)		EU-Rev, NIR	2007, 2012
LULUCF	5.C.2		EU-Rev	2007
Alle	Alle	Überprüfung, ob die AR die Anforderungen an die	Sonstige	2008
Energy	1.A.1; 1.A.2; 1.A.4; 1.A.5.a, 1.B.1c	Vollständigkeit erfüllen (ohne Fehlstellen, vollständig dokumentiert und plausibel).	EU-Rev, S&A I, NIR, CHKL	2006, 2007, 2011-2012
Industrial Processes	2.A.7.(a)		NIR	2011-2012
Agriculture	4.B+D		NIR	2011
Waste	6.A.1, 6.D.2		NIR	2011-2012

Hauptkategorie	Kategorie (CRF-Code)	Planung zur Inventarverbesserung / Handlungsbedarf	Quelle	Quellenbezug_Berichtsjahr
Waste	6.B.2	Überprüfung, ob Dateneingaben in das ZSE richtig im Sinne einer fehlerfreien Eingabe von Zahlen, Einheiten, Umrechnungsfaktoren und korrekter Einbindung sind.	CHKL	2011
Energy	1.A.2.f.(a+c), 1.B.1.c, 1.B.2.a	Überprüfung, ob die Quellgruppe für den NIR entsprechend der geforderten sechs Unterkapitel des NIR ("Beschreibung der Quellgruppe", "Methodische Aspekte" etc.) vollständig und nachvollziehbar beschrieben ist.	ARR, CHKL	2008, 2011-2012
Industrial Processes	2.A.6, 2.C, 2.C.2+3, 2.D.1.(b)		EU-Rev, CHKL	2007, 2010-2011
Energy	1, 1.A.1+2+4	Überprüfung, ob Rekalkulationen durchzuführen sind. Falls dies der Fall ist, sind sie nachvollziehbar zu dokumentieren.	EU-Rev, S&A I	2006, 2007
Industrial Processes	2		EU-Rev, S&A I	2006, 2007
Agriculture	4		S&A I	2006
Waste	6, 6.D		S&A I, EU-Rev	2006, 2007
Alle	Alle	Handlungsbedarfe unterschiedlichen Inhalts.	Sonstige	2010
Energy	1.A., 1.A.3.a+b+e, 1.B.1		NIR, Sonstige, CHKL	2009-2011
Industrial Processes	2.A.5, 2.C.1, 2.D.1		CHKL, NIR	2010-2012
Solvents	3.A+B, 3.D.1+4+5		CHKL	2010
Agriculture	4.		NIR	2011
LULUCF	5, 5.A-D		ARR, NIR	2008, 2011
Energy	1.A.2.d, 1.A.3.e.i		CHKL	2010
Industrial Processes	2.A.6, 2.B.5.(e), 2.D.1		CHKL	2010-2012
Waste	6.B.2		CHKL	2010
Energy	1.A.3.c+d, 1.B.1.c, 1.B.2		NIR	2011-2012
Industrial Processes	2.A.2		NIR	2011
Agriculture	4.B		NIR	2012
LULUCF	5.A+E		NIR	2011-2012
Waste	6.A.1, 6.D.1		NIR	2011-2012

Tabelle 11: Inventarplan - offene bzw. in Bearbeitung befindliche Handlungsbedarfe

Hauptkategorie	Kategorie (CRF-Code)	Planung zur Inventarverbesserung / Handlungsbedarf	Quelle	Quellenbezug_Berichtsjahr
Agriculture	4.A.+B	Überprüfung, ob die Anforderungen der IPCC-Good Practice Guidance an die Auswahl der Berechnungsmethode und die Verfahren bei vorliegenden Methodenwechsel erfüllt sind oder ob bestehende Berechnungsmethoden/Modelle ggf. angepasst werden müssen.	NIR	2012, 2013
Waste	6.B.2		CHKL	2013
Energy	1.A.3.c	Überprüfung, ob Lücken in der Datenverfügbarkeit für	CHKL	2013
Industrial Processes	2.A.7.(b)	Zeitreihe(n) ab 1990 vorliegen.	CHKL	2013
Waste	6.B.1		NIR	2013
Energy	1.A.3.e.ii	Überprüfung, ob die Quellgruppe vollständig durch die Datenquelle abgedeckt wird und die Datenzuschnitte der EF und AR übereinstimmen.	CHKL	2011
Industrial Processes	2.A.5		CHKL	2012
Waste	6.B.2		CHKL	2011

Hauptkategorie	Kategorie (CRF-Code)	Planung zur Inventarverbesserung / Handlungsbedarf	Quelle	Quellenbezug Berichtsjahr
Energy	1.A.3.b, 1.A.3.e.ii, 1.A.4.c.iii	Überprüfung, ob die Unsicherheiten ermittelt wurden und vollständig sind.	CHKL	2010, 2012
Industrial Processes	2.A.6		CHKL	2012
Waste	6.B.2		CHKL	2011, 2013
Energy	1.A.2.e, 1.A.2.f.b+c, 1.A.3.a.ii, 1.A.3.b+c+d.ii +e.ii, 1.A.4.c.ii+iii, 1.A.5.b, 1.C.1.b	Überprüfung, ob die geforderten Aufzeichnungs- und Dokumentationspflichten erfüllt werden und die jeweiligen Unterlagen vollständig und nachvollziehbar sind.	CHKL	2010-2013
Waste	6.B		CHKL	2011-2013
Energy	1.a.1, 1.A.3.b	Überprüfung, ob	CHKL	2010, 2012
Industrial Processes	2.A.6, 2.C.2	Datenlieferanten bzw.	CHKL	2012
LULUCF	5, 5 (III), 5.A.(f), 5.B-F	Auftragnehmer geeignete routinemäßige Qualitätskontrollen durchführen und ob die durch die Nationale Koordinierungsstelle festgelegten Anforderungen an die Emissionsberichterstattung an diese weitergegeben und umgesetzt werden.	CHKL	2010, 2012
Waste	6.B.2		CHKL	2012
Energy	1.A.2.f, 1.A.3.e.ii, 1.A.4.iii, 1.A.5.b	Überprüfung, ob die Anforderungen zum Abgleich und zur Verifizierung von Daten bzw. zugrunde liegender Annahmen erfüllt werden.	CHKL	2011, 2013
Industrial Processes	2.A.1+2+4+6 +7b		CHKL, NIR	2012, 2013
Waste	6.B		CHKL	2010-2013
Energy	1.A., 1.A.3.d, 1.B.2.b	Überprüfung, ob die Hinweise aus den Inventarüberprüfungen berücksichtigt werden konnten.	ARR, IRR	2006, 2010
Agriculture&LULUCF	4.+5.		ARR	2010
Waste	6, 6.B.2		ARR, CHKL	2008 - 2010, 2013
Energy	1.A.2.f(a+b), 1.A.3.b, 1.A.4	Überprüfung, ob die Anforderungen an die	NIR, CHKL	2012, 2013
LULUCF	5.	Datenkonsistenz erfüllt werden	NIR	2013
Waste	6.A.1, 6.B.2, 6.D.2	und die jeweiligen Unterlagen vollständig und nachvollziehbar sind.	CHKL	2012, 2013
Energy	1.A.3.d, 1.A.3.e.ii	Überprüfung, ob die EF die Anforderungen an die	CHKL	2012
LULUCF	5.B-D	Vollständigkeit erfüllen (ohne	NIR	2011, 2013
Waste	6.B.2	Fehlstellen, vollständig dokumentiert und plausibel).	CHKL	2013
Energy	1.A.2.f.(b+c), 1.C.1.b	Überprüfung, ob die AR die Anforderungen an die	NIR, CHKL	2013
Agriculture	4.(b), 4.B, 4.D	Vollständigkeit erfüllen (ohne	NIR	2011, 2012
LULUCF	5.A-C	Fehlstellen, vollständig dokumentiert und plausibel).	NIR	2011, 2012
Waste	6.B.2	Überprüfung, ob Dateneingaben in das ZSE richtig im Sinne einer fehlerfreien Eingabe von Zahlen, Einheiten, Umrechnungsfaktoren und korrekter Einbindung sind.	CHKL	2013
Energy	1.A.2.f.(a-d)	Überprüfung, ob die Quellgruppe für den NIR entsprechend der geforderten sechs Unterkapitel des NIR ("Beschreibung der Quellgruppe", "Methodische Aspekte" etc.) vollständig und nachvollziehbar beschrieben ist.	CHKL	2012, 2013
Industrial Processes	2.A.6, 2.A7.(b)		CHKL	2013
Waste	6.B		CHKL	2011, 2013

Hauptkategorie	Kategorie (CRF-Code)	Planung zur Inventarverbesserung / Handlungsbedarf	Quelle	Quellenbezug Berichtsjahr
Energy	1.A.2.e, 1.A.2.f, 1.A.3.d, 1.A.3.e.ii, 1.A.4, 1.A.4.a+c.ii, 1.A.5.b, 1.B.2, 1.B.2.d	Handlungsbedarfe unterschiedlichen Inhalts.	CHKL, Sonstige, NIR	2010-2013
Industrial Processes	2.A.5		NIR	2012
Agriculture	4.A+B+D		NIR	2011, 2012
LULUCF	5.A.		NIR	2011
Waste	6.B		Sonstige	2013
Energy	1.A.2.b, 1.A.2.e, 1.A.3.e, 1.A.3.e.i, 1.B.1, 1.B.2.b, 1.B.2.c.(a)	Überprüfung ob Zuständigkeiten aktualisiert werden müssen.	CHKL	2013
Industrial Processes	2.A.4.(b), 2.A.5		CHKL	2013
Solvent & Other	3.D.1+4		CHKL	2013
Waste	6.B.2		CHKL	2013
Energy	1.A.1, 1.A.2.f, 1.A.3.e, 1.B.2, 1.B.2.a.v, 1.B.2.d, 1.C.1.b	Initiierte Forschungsprojekte zur Inventarverbesserung.	NIR	2011-2013
Industrial Processes	2.A.6		NIR	2012
LULUCF	5.A-C+D		NIR	2012

1.6.2 Aktivitäten zur Verifizierung

1.6.2.1 Verfahren zur Nutzung der Monitoring-Daten des Europäischen Emissionshandels

Zur Erfüllung von obligatorischen Qualitätskriterien wird besonders innerhalb der EU eine Verbesserung der THG-Emissionsinventare durch Erkenntnisse aus dem Europäischen Emissionshandel (EU-EH, auch ETS genannt) gefordert. Alle Mitgliedstaaten sind gefordert, die ETS-Daten zur Qualitätsverbesserung der jährlichen nationalen Emissionsinventare zu nutzen.

Seit dem Beginn des ETS-Monitorings liegt für die jährlich verursachten Emissionen eine gesicherte Datenbasis des Emissionshandels vor. Diese Daten gestatten in aggregierter Form quellgruppenspezifische Aussagen über Vollständigkeit und Konsistenz für Teile des Emissionsinventares. Darüber hinaus bilden sie eine Grundlage für die Überprüfung der verwendeten Emissionsfaktoren und für die Verifikation der Aktivitätsdaten. Da die Emissionsberechnung für alle Komponenten auf den gleichen Aktivitätsdaten aufbaut, hat diese Verifikation für alle zu berichtenden Emissionsinventare Bedeutung.

Die für die Verbesserung berichtspflichtiger Inventardaten benötigten Daten aus dem Emissionshandel liegen elektronisch in der Anlagendatenbank der Deutschen Emissionshandelsstelle (DEHSt) vor. 2005 wurde ein genereller Verfahrensablauf für einzelne gezielte Datenanfragen für die Inventarerstellung vereinbart. Dieser läuft im Wesentlichen durch direkte Kommunikation zwischen der Nationalen Koordinierungsstelle und der für die Berichte zuständigen Facheinheit E 2.3 der Emissionshandelsstelle.

Für Quellgruppen, die berichtspflichtige Anlagen unter dem CO₂-Emissionshandelsregime (ETS) beinhalten, werden die Monitoring-Daten des Europäischen Emissionshandels zur

Qualitätsverbesserung der jährlichen nationalen Emissionsinventare genutzt. Um die Potentiale regelmäßig nutzen zu können, ist für den jährlich erforderlichen Datenaustausch ein formalisiertes Verfahren mit terminlichen Festlegungen vereinbart worden.

In einem Forschungsprojekt (ÖKO-INSTITUT, 2006b) gelang die Erstellung von Zuordnungsregeln, die die Vergleichbarkeit der Daten der verifizierten Emissionsberichte mit der Struktur der Inventardatenbank jahresweise ermöglichen. Die einmalig erstellten Vergleiche haben die Nutzbarkeit zur Verifizierung einzelner Quellgruppen und Identifikation von Fehlstellen prinzipiell bestätigt. Im Jahre 2011 wird in einem Nachfolgeprojekt „D.E.N.K.“ untersucht, ob sich die Zuordnungsregeln verbessern lassen und das Verfahren weiter automatisiert werden kann. Dabei wird deutlich, dass die Menge an Daten aus dem ETS für die Inventarberechnungen ressourcen- und zeitkritisch sind. Bei Abweichungen in den gebildeten Aggregaten, die den Anforderungen an die Vertraulichkeit von Betriebs- und Geschäftsgeheimnissen genügen, ist eine Prüfung der einzelbetrieblichen Datensätze notwendig. Diese Hürde wurde auch bei einem internationalen Workshop innerhalb des Projektes von den Experten anderer Länder für die deutsche Situation bestätigt. Die Prüfung der Datensätze des ETS (statt der automatisierter Nutzung der Aggregate) stößt bei der Zahl von ca. 35.000 an ihre Grenzen und wird demzufolge nicht dem Verfahren in anderen Ländern anzugleichen sein.

1.6.2.2 Workshops zum Nationalen System (Peer Review)

Das Umweltbundesamt hat im November 2004 erstmals einen Workshop zum Nationalen System Emissionsinventare durchgeführt. Damit wurde ein Forum geschaffen, das die Einbindung von Verbänden und anderen unabhängigen Organisationen wesentlich förderte und der Umsetzung des Paragraphen 15 (b) der *Guidelines for National Systems* diente, die Inventare durch Dritte (Peer Review) prüfen zu lassen.

In Mai 2009 wurde ein zweiter Workshop zum Nationalen System durchgeführt, der einer erneuten Überprüfung der Inventare durch unabhängige Dritte entsprechend des Paragraphen 15 (b) der *Guidelines for National Systems* diente. Dieser zweite Workshop fokussierte sich auf spezifische Quellgruppen des Inventars. Ausgewählt wurden die Bereiche N₂O aus der Produktverwendung, Emissionen aus der nicht-energetischen Verwendung fossiler Brennstoffe und SF₆-Emissionen aus der Photovoltaik-Industrie. Es wurden Experten aus den jeweiligen Branchen, Industrievertreter, aber auch unabhängige Experten zur Diskussion der Inventarbereiche eingeladen. So waren für den Einsatz von N₂O Industriegasehändler, der Bundesverband der Anästhesisten und die Bundesanstalt für Materialforschung eingeladen. Zum nicht-energetischen Verbrauch konnten Gespräche mit dem Verband der chemischen Industrie und davon betroffenen Chemieproduzenten geführt werden. Für die Photovoltaikproduktion konnten Produzenten, Industriegasehändler, Anlagenbauer, Universitäten und Forschungseinrichtungen zum Workshop gewonnen werden. Die Themen wurden umfangreich und intensiv diskutiert. Der Workshop hat wesentlich zur Verbesserung der Datenlage und damit zur Verbesserung der Qualität der Berichterstattung beigetragen.

Im Mai 2011 fand ein internationaler Experten-Workshop zum deutschen LULUCF-Berichtssystem statt. Dabei wurden die methodischen Änderungen in Folge des In-Country-Reviews vom September 2010 begutachtet. Die Expertenempfehlungen wurden in der weiteren Umsetzung vollständig berücksichtigt.

Im April 2012 wurde mit dem Statistischen Bundesamt eine Gesprächsrunde zum Thema Erdgasstatistik durchgeführt. An dem Fachgespräch nahmen das Statistische Bundesamt, das Umweltbundesamt als auch der BDEW, Vertreter einzelner Gasunternehmen und das DIW (AGEB) teil. In Vorbereitung der Überarbeitung der nationalen Energiebilanz wurden die verfügbaren Erdgasstatistiken diskutiert. Dabei wurden zum einen Maßnahmen beschlossen, die zu einer direkten Verbesserung der Energiebilanz und damit auch zur Verbesserung des Emissionsinventars führen. Zum anderen wurden weitere Recherchen vereinbart, die der Verifikation der statistischen Daten dienen sollen.

1.6.2.3 Ländervergleich zu fluorierten Gasen (Cross-Country-Review)

Im Februar 2011 fand in Wien ein Expertentreffen zu einer gegenseitigen länderübergreifenden Überprüfung speziell zur Berichterstattung der F-Gase statt. Teilnehmer waren Großbritannien, Österreich und Deutschland. Nach einer grundsätzlichen Vorstellung der Datenerhebung in den drei Ländern wurden die einzelnen Anwendungsbereiche detailliert betrachtet und hinsichtlich Datenquellen, Genauigkeit, Emissionsfaktoren und anderer Kriterien verglichen. Dabei wurde deutlich, dass Deutschland über das meiste fachliche Hintergrundwissen verfügt und damit die Vollständigkeit und Plausibilität der vorhandenen Daten vermutlich am besten einschätzen kann.

Wesentliches Ergebnis der länderübergreifenden Überprüfung ist, dass alle drei Länder einen hohen Aufwand der Berichterstattung für die F-Gase betreiben müssen. Eine Verringerung des Aufwandes führt zu einer nicht mehr IPCC-konformen Berichterstattung.

Als Ergebnis des Treffens wurde ein Bericht erarbeitet, der in die deutsche Berichterstattung der F-Gase eingeflossen ist.

1.6.3 Umgang mit vertraulichen Informationen

Nach Inkrafttreten des 3. Mittelstandsentlastungsgesetzes und der damit bereitgestellten Daten des Statistischen Bundesamtes erhielt das Umweltbundesamt Zugriff auf Daten, die der statistischen Geheimhaltung unterliegen.

Ebenso erhält die Nationale Koordinierungsstelle von Verbänden und Unternehmen Aktivitätsraten, Emissionsfaktoren und Emissionsdaten, die Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse enthalten und anderweitig vertraulich sind.

Hierzu sind in der Nationalen Koordinierungsstelle bei der Datenhaltung und beim Umgang mit den Daten besondere Vorkehrungen zu treffen und Prozeduren einzuhalten, die eine Wahrung der Vertraulichkeit sicherstellen.

Insbesondere muss eine strikte Trennung (räumlich und personell) von Statistik / Analyse und dem Vollzug gewährleistet sein.

Die Nationale Koordinierungsstelle und die betroffenen Facheinheiten des Umweltbundesamtes haben verschiedene Vorkehrungen zur Umsetzung dieser Erfordernisse getroffen. Dabei gilt immer der Grundsatz, dass Personen mit Vollzugsaufgaben keine fachverantwortlichen Aufgaben für die Emissionsberichterstattung in diesem Bereich übernehmen können.

Um eine genaue Einschätzung der Erfordernisse und der Möglichkeiten beim Umgang und der Nutzung der Datenbestände der Emissionsberichterstattung vornehmen zu können, hat die Nationale Koordinierungsstelle 2008 einen Auftrag zur Erstellung eines juristischen

Gutachtens erteilt. Die Ergebnisse flossen in die Überarbeitung und Weiterentwicklung eines Konzepts der Nationalen Koordinierungsstelle zum Umgang mit vertraulichen Daten ein.

Schon vorher implementiert wurde eine personenscharfe Zugangsregelung zur Datenbank Zentrales System Emissionen (ZSE), die einen Datenzugriff nur dem dafür berechtigten Personenkreis erlaubt. Diese Maßnahme stellt den Kern der bestehenden Vorkehrungen zum Umgang mit vertraulichen Daten dar. Damit kann insbesondere die erforderliche personelle Trennung von Statistik und Vollzug praktisch umgesetzt werden. Darüber hinaus wurde 2009 für vertrauliche elektronische Daten, die nicht zentral in der ZSE gehalten werden (z.B. Energiedaten, die der statistischen Geheimhaltung unterliegen, Emissionsschutzklärungen, Daten zu Großfeuerungsanlagen, Informationen zu Produktionsverfahren, etc.) ein speziell zugangsbeschränkter Bereich auf einem zentralen Server des Umweltbundesamtes eingerichtet.

Weiterhin werden Daten des *Statistischen Bundesamtes* auf einem personenbezogen passwortgeschützten Server beim *Statistischen Bundesamt* bereitgestellt.

1.7 Generelle Unsicherheitschätzung

1.7.1 Treibhausgas-Inventar

Die IPCC Good Practice Guidance (GPG, 2000) charakterisiert die Bestimmung von Unsicherheiten als ein wesentliches Element eines vollständigen Inventars. Durch den Anspruch der GPG zur kontinuierlichen Inventarverbesserung kommt dem Aspekt der Unsicherheiten in den Inventaren eine hohe Priorität zu. Die Information über die Unsicherheit wird dabei vorrangig als Hilfe zur zukünftigen Verbesserung der Genauigkeit des Inventars sowie der Methodenwahl und der Rekalkulation betrachtet. Dabei ist es erklärtes Ziel, die Unsicherheiten so weit wie praktikabel zu reduzieren um möglichst genaue Inventare zu erhalten. Dazu müssen die Annex-I-Staaten die Unsicherheiten aller Quellgruppen und Senken zunächst quantifizieren, um eine bessere Übersicht über die Inventarqualität zu schaffen, die wiederum Voraussetzung für eine effektive Inventarplanung ist.

Die Quantifizierung der Unsicherheiten erfolgt für Emissionsfaktoren und Aktivitätsdaten oder auch für Emissionen.

Es werden grundsätzlich zwei Methoden zur Ermittlung von Unsicherheiten unterschieden. Die Tier-1-Methode kombiniert auf einfache Weise die Unsicherheit von Aktivitätsrate und Emissionsfaktor je Quellgruppe und Treibhausgas und aggregiert diese über alle Quellgruppen und Treibhausgaskomponenten zur Gesamt-Unsicherheit des Inventars. Die Tier-2-Methode zur Ermittlung von Unsicherheiten geht prinzipiell ebenso vor, berücksichtigt jedoch die Verteilungsfunktion der Unsicherheit und aggregiert mittels einer Monte Carlo Simulation. Dies erfordert für die Tier-2-Methode zusätzlich die Ermittlung einer Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion für beide Parameter. Im Idealfall können diese Funktionen über die statistische Auswertung von Einzeldaten bestimmt werden (z.B. Messergebnisse einer größeren Zahl von Anlagen). Oft stehen jedoch nur wenige Werte zur Verfügung, so dass die Unsicherheit auf der Grundlage von Expertenschätzungen ermittelt werden muss.

Im Forschungsvorhaben 202 42 266 (UBA, 2004) ist eine Ermittlung der Unsicherheiten nach Tier 1 und nach Tier 2 gemäß Kap 6 der GPG vorgenommen worden. Für die Berichterstattung 2009 ist seitdem diese Datengrundlage kontinuierlich verbessert und die

Unsicherheitsangaben für das Treibhausgasinventar weiter vervollständigt worden. Deutschland berichtet im aktuellen NIR Unsicherheiten, die nach der Tier-1-Methode ermittelt worden sind. Die Angaben zur Unsicherheit der verwendeten Aktivitätsraten, Emissionsfaktoren und Emissionen stammen dabei aus der Datenbank ZSE. Diese basieren auf Expertenschätzungen der UBA Facheinheiten und externer Einrichtungen. In einigen Fällen liegen die Angaben zur Unsicherheit noch nicht vollständig als Expertenschätzung vor, so dass dann im Rahmen der Tier-1-Berechnung eine Ergänzung dieser Angaben aus anderen Quellen (z.B. einschlägige Fachliteratur) erfolgt.

In Deutschland werden die Unsicherheiten nach der Tier 2 Methode alle 3 Jahre ermittelt und hätten in diesem Jahr wieder berichtet werden sollen. Im vergangenen Jahr erfolgte jedoch eine Umstellung der Berechnungsalgorithmen und eine Methodenumstellung für diese Berechnung. Diese erfolgt nun nicht mehr in einem separaten Verfahren sondern wurde zur Verbesserung der Konsistenz der erhaltenen Ergebnisse direkt in das Zentrale System Emissionen integriert. Mittlerweile liegen erste Ergebnisse vor; diese sind jedoch ebenso wie der geänderte methodische Verfahrensansatz noch nicht verifiziert. Dieser Prüfungen können erst im laufenden Jahr 2013 durchgeführt werden. Aus diesen Gründen werden die Ergebnisse der Tier 2 Unsicherheitsbestimmung abweichend von der ursprünglichen Planung erst mit der nächsten Berichterstattung im NIR 2014 berichtet.

1.7.1.1 Vorgehen zur Unsicherheitsbestimmung nach Tier 1

Die Ermittlung der Unsicherheiten nach Tier 1 gemäß Kapitel 6 der GPG erfolgt auf der Grundlage der auf unterster Subquellgruppenebene - im wesentlichen durch die Fachverantwortlichen des UBA - ermittelten Unsicherheiten von AR, EF und EM, wie sie im ZSE hinterlegt sind. Bei vorliegenden asymmetrischen Unsicherheitsangaben wird der größere der beiden Werte - bei Annahme einer Normalverteilung - sowohl als obere als auch als untere Schranke verwendet. In jedem Sektor werden die Unsicherheiten der einzelnen Zeitreihen zu einer Gesamtunsicherheit des Sektors gemäß IPCC Good Practice Guidance aggregiert. Für die Abbildung von Senken wird in Formel 6.3 der Betrag der Emission gebildet ($|x_i|$ in Formel 6.3). Gleiches gilt für die Bestimmung der kombinierten Unsicherheit im Inventar (Spalte H in Tabelle 6.1 der IPCC Good Practice Guidance, Formel $G * |D| / \text{Summe } |D|$).

1.7.1.2 Ergebnisse der Unsicherheitschätzung

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Aktivitätsraten geringere Unsicherheiten besitzen als die Emissionsfaktoren. Insbesondere die Aktivitätsraten, die sich aus dem Einsatz von Brennstoffen ableiten und die sich auf die bundesdeutsche Energiebilanz stützen, besitzen geringe Unsicherheiten. Mit der zunehmenden Disaggregation der Brennstoffeinsätze nehmen die Unsicherheiten der daraus abgeleiteten Aktivitätsraten jedoch in der Regel wieder zu.

- Gemäß der Ergebnisse aus einem FuE-Vorhaben (RENTZ et al, 2002) sind die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für indirekte Treibhausgase in stationären Feuerungsanlagen (CRF 1.A.1) als Folge ihrer regelmäßigen Überwachung vergleichsweise gering. Für die N₂O-Emissionsfaktoren werden höhere Unsicherheiten ausgewiesen, da die Emissionen von N₂O im Normalfall nicht überwacht werden. Gleiches gilt auch für die Emissionsfaktoren von CH₄.

- Für die Quellkategorie Verkehr (überwiegend CRF 1.A.3) ist generell von geringen Unsicherheiten auszugehen, da die Treibstoffeinsätze und die Fahrzeugflotten aufgrund ihrer Steuerpflicht sehr genau bekannt sind und die Emissionsfaktoren sehr differenziert modelliert und in der Regel messtechnisch ermittelt werden. Hier ergeben sich möglicherweise Unsicherheiten aus systematischen Messfehlern oder aus falscher Disaggregation.
- In der Quellgruppe der diffusen Emissionen (CRF 1.B) liegen bei den Aktivitätsraten zu flüssigen und gasförmigen Brennstoffen (CRF 1.B.2) aufgrund derer Steuerpflicht geringen Unsicherheiten vor. Eine Ausnahme bildet lediglich die Abfackelung von Erdgas. Die Aktivitätsraten der Kohleförderung (CRF 1.B.1) sind ebenfalls durch die Produktionsmenge gut erfasst. Für die Emissionsfaktoren der diffusen Emissionen ist dagegen mit höheren Unsicherheiten zu rechnen. Das ergibt sich zum einen durch die Vielzahl und der Heterogenität der für die diffusen Emissionen relevanten technischen Sachverhalte bei Transport, Lagerung und der Aufarbeitung von Erdgas und Erdöl. Zum anderen sind die diffusen Emissionen von CH₄ aus dem Kohlebergbau bisher nur pauschal berücksichtigt.
- Im Bereich der Industrieprozesse (CRF 2) sind in vielen Branchen höhere Unsicherheiten festzustellen. Aktivitätsraten, welche auf Produktionszahlen beruhen, die gegenüber dem Statistischen Bundesamt meldepflichtig sind, können vor allem aufgrund von gegenüber den Berichtsstrukturen abweichenden Branchendefinitionen Unsicherheiten aufweisen. Aktivitätsraten, welche aus Verbandsangaben ermittelt werden, sind in Abhängigkeit des Organisationsgrades der jeweiligen Industriebranche in diesem Verband mit entsprechenden Unsicherheiten behaftet. Bei den Emissionsfaktoren sprechen insbesondere die hohe Technikabhängigkeit einerseits und der hohe Grad der technischen Diversifizierung andererseits für je nach Treibhausgas höhere Unsicherheiten. Ferner ist zu bemerken, dass insbesondere in Branchen mit wenigen Marktakteuren (z.B. Herstellung chemischer Produkte (CRF 2.B)) technikspezifische Emissionsfaktoren oftmals Betriebsgeheimnisse berühren, was wiederum zu einer prinzipiellen Zurückhaltung der Betreiber hinsichtlich der Veröffentlichung solcher Daten oder zu pauschalierten Angaben führt. Darüber hinaus erhöhen die teilweise sehr komplexen Entstehungsprozesse der Emissionen aus nicht-verbrennungsbedingten Aktivitäten und die unzureichenden Erkenntnisse bezüglich bestimmter Emissionen verursachender Vorgänge sowie das eingeschränkte Wissen über die Beiträge einzelner Aktivitäten, die Unsicherheiten.
- In der Nahrungsmittelproduktion (CRF 2.D.2) ist insbesondere im Bereich der Alkoholika von sehr geringen Unsicherheiten der Aktivitätsraten auszugehen, da dort Steuertatbestände existieren, die eine sehr genaue Erfassung der Produktionsmenge zur Folge haben. Branchen mit einem großen Anteil kleiner und mittlerer Betriebe (z.B. Backwarenherstellung) werden dagegen in der Regel wesentlich ungenauer erfasst, so dass die Aktivitätsraten mit höheren Unsicherheiten behaftet sind. Für die Emissionsfaktoren ist aufgrund der erheblichen technologischen Diversifizierung der Branche ebenfalls mit höheren Unsicherheiten zu rechnen.

- Für die Quellgruppen der Abfallbehandlung (CRF 6.A.1, 6.D) und Abwasserbehandlung (CRF 6.B.1) sind die Unsicherheiten der dort anzusetzenden Emissionsparameter als hoch anzunehmen. Das gilt insbesondere für die Bereiche der Kompostierung und MBA sowie auch für die Abfalldeponierung, da sich dort die Vielfalt der verschiedenen Abfallarten negativ auf die Datensicherheit der Emissionsparameter auswirkt. Bei den Aktivitätsraten lassen sich höhere Unsicherheiten u.a. darauf zurückführen, dass die zugrunde gelegten statistischen Daten uneinheitliche Abfall- bzw. Verwertungsbegriffe benutzen. Diese generellen Annahmen zu den Unsicherheiten der Aktivitätsraten gelten auch für die thermische Behandlung von Abfällen.

Die Gesamtunsicherheit des Inventars nach Tier 1 für das Jahr 2011 beträgt 6,3 % (level) bzw. 6,5 % (trend).

Die Lachgasemissionen insgesamt haben an der Gesamtunsicherheit einen maßgeblichen Anteil, der merklich durch die Lachgasemissionen aus Landwirtschaftlichen Böden (4.D) bestimmt wird.

Die CO₂-Emissionen des Sektors Verbrennung von Brennstoffen (1.A) steuern einen weiteren wichtigen Anteil zur Gesamtunsicherheit bei, dabei dominieren die festen Brennstoffe des Sektors Öffentliche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung (1.A.1.a) sowie die mobilen Quellen (1.A.3) mit Schwerpunkt Straßenverkehr (1.A.3.b) und die Feuerungen der Haushalte und Kleinverbraucher (1.A.4.a/b).

Bedeutsame Beiträge zur Gesamtunsicherheit liefern ebenso die CO₂-Senken und –Quellen des Sektors LULUCF sowie die Methan-Emissionen aus der Abfallablagerung (6.A) sowie aus der Nutztierhaltung (Fermentation bei der Verdauung 4.A). Detaillierte Angaben zu den vorliegenden Unsicherheiten können dem Anhang 7 entnommen werden (siehe Kapitel 23).

1.7.2 KP-LULUCF-Inventar

Da die selben Daten und Methoden zur Berichterstattung der Quellgruppen 5.A-5.F unter UNFCCC und unter KP verwendet werden, sind auch die Unsicherheiten vergleichbar. Es gelten die Informationen des vorangegangenen Kapitels und der Quellgruppenkapitel (siehe auch Kapitel 11.3.1.5 und 7.2.5).

1.8 Generelle Prüfung der Vollständigkeit

1.8.1 Treibhausgas-Inventar

Angaben zur Vollständigkeit für die einzelnen Quellkategorien werden in den CRF-Tables 9(a) und 9(b) dargestellt, die im NIR in Kapitel 21 (Tabelle 377 und Tabelle 378) zusammengefasst sind. Unterschieden werden in Deutschland:

- nicht auftretende quellenspezifische Emissionen und Senken (NO - not occurring),
- in Deutschland nicht geschätzte quellenspezifische Emissionen und Senken, weil sie quantitativ nicht relevant oder weil die notwendigen Daten für eine Schätzung nicht vorhanden sind (NE - not estimated) und
- quellenspezifische Emissionen und Senken, die für Deutschland nach Stand des Wissens vollständig erfasst sind (All bzw. Full), bzw. teilweise erfasst sind (Part).

Im Folgenden wird quellgruppenspezifisch auf einige Ansatzpunkte zur Verbesserung des Inventars hinsichtlich seiner Vollständigkeit hingewiesen.

Alle verbrennungsbedingten Aktivitäten (1.A) aus dem Bereich der Energie sind vollständig erfasst. An einigen Stellen wird die Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland ergänzt, wenn erkennbar wird, dass in Teilbereichen keine vollständige Abdeckung erreicht wird (z.B. nicht kommerzieller Holzeinsatz, Sekundärbrennstoffe). In einigen Quellgruppen ist die Trennung von verbrennungsbedingten und nicht-verbrennungsbedingten Emissionen aus der Industrie noch weiter zu verifizieren; die Vermeidung von Doppelzählungen ist hier jedoch generell Bestandteil der Qualitätssicherung.

Im Bereich der Industrieprozesse wird teilweise auf Produktionsdaten aus Verbandsstatistiken und auf Herstellerangaben zurückgegriffen. Basiert die Emissionsberichterstattung auf diesen Quellen, wird zur Sicherstellung der Vollständigkeit und Zuverlässigkeit des Inventars auch in Zukunft Wert auf die Prüfung des Quellgruppenzuschnitts und der Methodik der Datenerhebung gelegt.

Bei den noch berichteten „Not Estimated“ (NE) handelt es sich vor allem um nicht berechnete Emissionen, die laut IPCC GPG (2003, p.1.11) nicht von einem Land berichtet werden müssen, da diese Emissionen in den Appendices 3a.2, 3a.3 und 3a.4. aufgeführt sind.

Einige der Emissionsdaten, die dem UBA zur Verfügung stehen, stehen aus Gründen des Datenschutzes unter Geheimhaltung und werden zwar vollständig, aber nur aggregiert berichtet.

Im Rahmen einer Vereinbarung zwischen der Deutschen Emissionshandelsstelle (DEHSt) und der Nationalen Koordinierungsstelle wird der regelmäßige Datenaustausch sichergestellt.

1.8.2 KP-LULUCF-Inventar

Da es keine Unterschiede in den Daten und Methoden zur Berichterstattung der Quellgruppe 5.A-5.F unter UNFCCC und unter KP gibt, gelten die Informationen des vorangegangenen Kapitels.

2 TRENDS DER TREIBHAUSGASE

In der folgenden Tabelle 12 werden die für dieses Inventar ermittelten Gesamtemissionen der direkten und indirekten Treibhausgase sowie des Säurebildners SO₂ zusammengestellt. Im Ergebnis der 2007 erfolgten Überprüfung¹⁶ des Initial Reports und der Berichterstattung des Jahres 2006 entsprechend Artikel 8 des Kyoto-Protokolls wurde – unabhängig von weiteren möglichen Verbesserungen der Datengrundlagen – die Bezugsgröße für die Minderungsverpflichtung des Kyoto-Protokolls in Höhe von 1.232.429,543 Gg CO₂-äquivalent festgelegt. Die Minderungsverpflichtung für Deutschland liegt gemäß den Verpflichtungen des Kyoto-Protokolls und der EU-Lastenteilung (Ratsentscheidung 2002/358/EG) bei 21 %. Der gegenüber 1990 erreichte jährliche Fortschritt wird in der Tabelle 13 im zeitlichen Verlauf abgebildet. Mit Ausnahme der HFKW konnten bei allen Emissionen deutliche Emissionsminderungen erreicht werden. Insgesamt sanken die

¹⁶ „Report of the review of the initial report of Germany“, FCCC/IRR/2007/DEU, vom 12. Dezember 2007

veröffentlicht unter:

http://unfccc.int/national_reports/initial_reports_under_the_kyoto_protocol/items/3765.php

Emissionen der Treibhausgase als CO₂-Äquivalente gegenüber der vorgenannten Bezugsgröße um 25,6 %.

Tabelle 12: Emissionen von direkten und indirekten Treibhausgasen und SO₂ in Deutschland seit 1990

Emissionsentwicklung (Gg)	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Netto-CO ₂ -Emissionen/ -Einbindungen	1.005.890	895.151	856.337	871.823	877.524	854.680	853.256	791.974	834.511	807.118
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	1.041.914	930.781	891.400	864.716	870.739	847.397	845.761	783.734	826.063	798.058
CH ₄	5.236	4.411	3.576	2.833	2.709	2.582	2.553	2.453	2.399	2.326
N ₂ O	280	257	199	197	195	200	205	205	177	184
HFCs (CO ₂ -äqui.)	4.592	7.012	7.623	8.640	8.708	8.742	8.843	9.443	8.963	9.177
PFCs (CO ₂ -äqui.)	2.627	1.780	792	695	550	484	472	338	285	230
SF ₆ (CO ₂ -äqui.)	4.642	6.779	4.269	3.480	3.398	3.334	3.115	3.065	3.194	3.316
CO	12.402	6.599	4.854	3.695	3.616	3.516	3.433	3.051	3.495	3.304
NM VOC	3.131	1.808	1.394	1.146	1.134	1.071	1.016	929	1.055	1.006
NO _x	2.877	2.175	1.925	1.574	1.559	1.481	1.404	1.305	1.329	1.288
SO ₂	5.292	1.718	653	477	487	469	469	419	444	445

Tabelle 13: Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO₂ in Deutschland seit dem jeweiligen Bezugsjahr

Emissionsentwicklung gegenüber dem Bezugsjahr / dem Vorjahr (%)	Bezugsjahr	Bezugsjahr bis 2010	Bezugsjahr bis 2011	gegenüber dem Vorjahr (2010 – 2011)
Netto-CO ₂ -Emissionen/ -Einbindungen	1990	-17	-19,8	-3,3
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	1990	-20,7	-23,4	-3,4
CH ₄	1990	-54,2	-55,6	-3,1
N ₂ O	1990	-36,8	-34,2	+4,1
HFCs (CO ₂ -äquivalent)	1995	+27,8	+30,9	+2,4
PFCs (CO ₂ -äquivalent)	1995	-84,0	-87,1	-19,5
SF ₆ (CO ₂ -äquivalent)	1995	-52,9	-51,1	+3,8
Gesamt-Emissionen gegen EU Lastenverteilung ¹⁷	festgelegtes Basisjahr	-23,4	-25,6	-2,9
CO	1990	-71,8	-73,4	-5,5
NM VOC	1990	-66,3	-67,9	-4,6
NO _x	1990	-53,8	-55,2	-3,0
SO ₂	1990	-91,6	-91,6	+0,1

Alle detaillierten Tabellen zur Trenddiskussion finden sich im Anhangkapitel 22.3.

Trendverlauf unter Beachtung von Änderungen zum Vorjahr des Berichtszeitraumes

Gegenüber dem Vorjahr 2010 sanken die Gesamtemissionen um 2,9 %. Dies resultierte aus einer Minderung der CO₂-Emissionen sowie kleineren Minderungen der Freisetzen von Methan, während die Emissionen an Lachgas und den F-Gase (insgesamt) leicht zunahmen.

2.1 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs für aggregierte Treibhausgasemissionen

Bis zum Jahr 2011 konnte die Verpflichtung zur Minderung der Treibhausgasemissionen im Rahmen der EU-Lastenteilung mit einem Rückgang von 25,6 % auch in diesem Jahr erfüllt werden. Die einzelnen Treibhausgase trugen dabei in unterschiedlichem Maß zu dieser Entwicklung bei (siehe Tabelle 1). Bei den direkten Treibhausgasen konnten die Emissionen

¹⁷ Festgelegte Basisjahr-Emissionen von 1.232.430 Gg CO₂ äquivalent, ohne CO₂ aus LULUCF. S. Kapitel 0.2

der mengenmäßig dominierenden Gase deutlich gemindert werden, am stärksten bei Methan. Die Hauptursachen für diese Entwicklungen sind im Folgenden benannt:

- Umstellungen der Nutzung fester Brennstoffe auf emissionsärmere flüssige und gasförmige Brennstoffe im Zeitraum seit 1990;
- Steigende Bedeutung der Nutzung der Erneuerbaren Energien und damit verbundene Substitution fossiler Brennstoffe;
- Gesteigerte Anlageneffizienz ;
- Veränderung von Tierhaltungsbedingungen und der Abbau von Tierbeständen;
- Erfüllung gesetzlicher Regelungen im Bereich der Abfallwirtschaft;

Die Ursachen werden nachfolgend in der Trenddiskussion der einzelnen Treibhausgase näher ausgeführt. Die globale wirtschaftliche Krise, die Ende 2008 ihre ersten Auswirkungen in Deutschland zeigte, hatte dabei erheblichen Einfluss auf die Emissionen, ebenso wie die teilweise Erholung der Wirtschaft in 2010 und dem erneuten Absinken in 2011.

Die Freisetzung von Kohlendioxid - weit überwiegend verursacht durch die Prozesse der stationären und mobilen Verbrennung – dominiert das Gesamtbild der aggregierten Treibhausgasemissionen. Durch den überdurchschnittlichen Rückgang der anderen Treibhausgase ist der Anteil der CO₂-Emissionen an den Gesamtreibhausgasen seit 1990 gestiegen (s. Tabelle 2). Alle anderen Treibhausgase verursachen zusammen nur etwas über ein Zehntel der Gesamtreibhausgasemissionen. Das Verteilungsspektrum der Treibhausgasemissionen ist typisch für ein hoch industrialisiertes Land.

2.2 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs nach Treibhausgasen

Relative Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen seit 1990, nach Substanzen

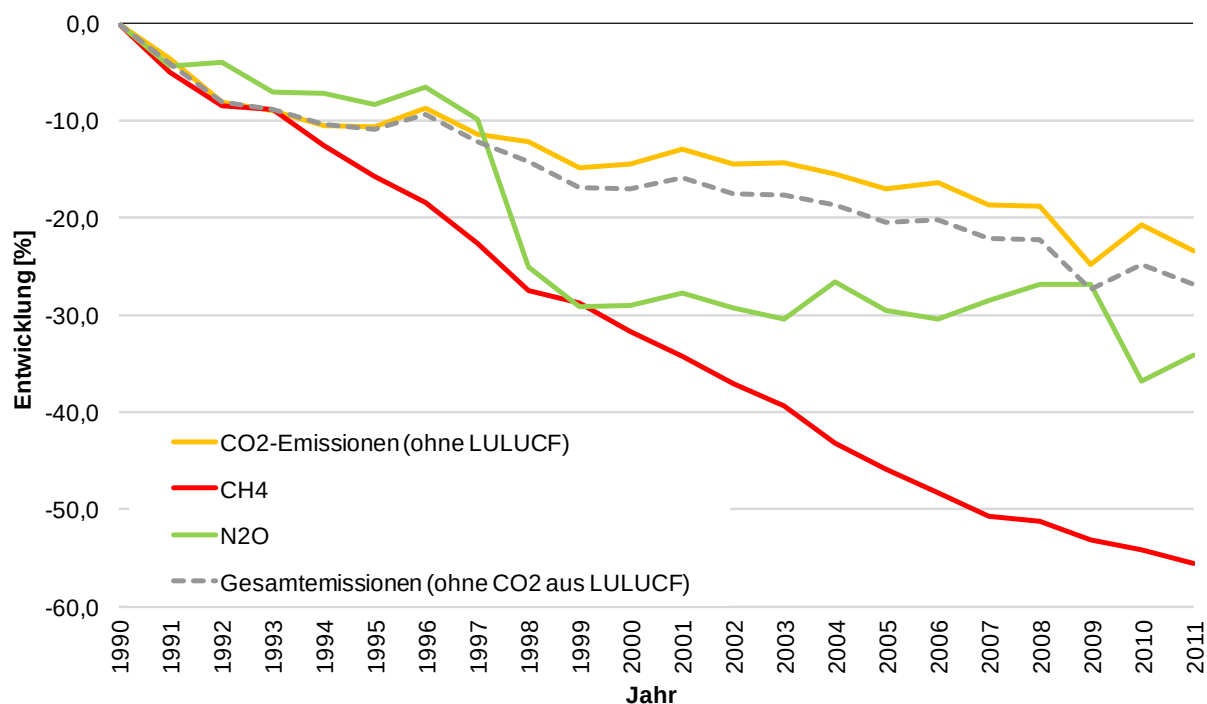


Abbildung 16: Relative Entwicklung der Treibhausgase gegenüber 1990

In Abbildung 16 wird die relative Entwicklung der Emissionen der einzelnen Treibhausgase seit 1990 dargestellt. Bei der Diskussion ist zu beachten, dass hier die Entwicklung jedes dieser Treibhausgase weitgehend durch spezifische Entwicklungen in einer Quellgruppe dominiert wird.

2.2.1 Kohlendioxid (CO₂)

Die Minderung der CO₂-Emissionen ist stark mit der Entwicklung im Energiesektor verbunden. Der starke Rückgang der Emissionen in diesem Bereich in den frühen 90er Jahren ist hauptsächlich auf die Umstrukturierungsprozesse in den neuen Bundesländern zurückzuführen; der damit einhergehende Umstieg auf emissionsärmere Energieträger sowie die Stilllegung veralteter Anlagen. Die Änderungen im Energieträgermix setzen sich in etwas abgeschwächter Form bis zum aktuellen Berichtsjahr fort.

Die Substitution von festen und flüssigen Brennstoffen durch Gase, im Wesentlichen Erdgas, zeigt sich auch in der Emissionsentwicklung der stationären Feuerungen. Während die CO₂-Emissionen der flüssigen Energieträger im Vergleich zum Jahr 1990 um ca. ein Viertel abnehmen, die der festen Brennstoffe sogar um fast die Hälfte, steigen die Emissionen von gasförmigen Brennstoffen um nahezu fünfzig Prozent.

Wird der Emissionstrend auf Ebene der einzelnen Quellgruppen betrachtet, so fällt die Entwicklung sehr einheitlich aus. Verglichen mit 1990 sanken die Emissionen in allen Quellgruppen der energiebedingten Emissionen um insgesamt fast 236 Mio. t CO₂.

Vergleichbare aber im Detail spezifische Entwicklungen haben sich im Verkehrsbereich vollzogen. Die CO₂-Emissionen stiegen im Zeitraum von 1990 bis 1999 geringfügig und fielen seitdem durch Verbrauchssenkungen und Verlagerung von Tankvorgängen ins Ausland sowie durch die Substitution von Benzin durch Diesel und zunehmende Verwendung von Biodiesel deutlich unter das Ausgangsniveau, auf nunmehr knapp 156 Mio. t. Der Anteil von Dieselmotoren am Gesamtkraftstoffverbrauch im Straßenverkehr ist im gesamten Zeitraum stark gestiegen. 1990 wurden die Emissionen im Straßenverkehr noch zu fast 2/3 durch den Benzinverbrauch verursacht. Dieses Verhältnis hat sich jetzt fast umgekehrt, wodurch nun die Emissionen aus dem Dieselmotorenverbrauch überwiegen.

Trendverlauf unter Beachtung von Änderungen zum Vorjahr des Berichtszeitraumes

Gegenüber dem Vorjahr fielen die Gesamtemissionen vor allem durch die starken witterungsbedingten Rückgänge in den Haushalten (-22,4%) und Gewerbe, Handel & Dienstleistung (-10,7%). Alle anderen Sektoren bewegen sich weitestgehend innerhalb der normalen jährlichen Schwankungsbreiten.

In den Haushalten sanken die Emissionen witterungsbedingt deutlich gegenüber dem Vorjahr.

2.2.2 Lachgas (N₂O)

Die N₂O-Emissionen sanken seit 1990 um ca. 34,2 %. Hauptverursacher sind die Anwendung stickstoffhaltiger Dünger in der Landwirtschaft, die chemische Industrie, die Brennstoffnutzung und die landwirtschaftliche Tierhaltung. Vergleichbar geringere Emissionen entstehen durch die Abwasserbehandlung und die Produktverwendung von N₂O (z.B. als Narkosemittel). Den deutlichsten Einfluss auf die Emissionsminderung hat der Industriebereich, hier insbesondere die Adipinsäureproduktion in den Jahren 1997 und 2009.

Durch technische Minderungsmaßnahmen wurden die Emissionen aus der Chemischen Industrie bezogen auf 1990 um ca. 80% gemindert, seit 1999 wird die Emissionsentwicklung stark durch die konjunkturelle Entwicklung in der chemischen Industrie beeinflusst. Von 2009 zu 2010 konnten die Emissionen der Adipinsäureproduktion durch Installation einer zweiten redundanten Abgasbehandlung bei einem Produzenten drastisch reduziert werden.

Trendverlauf unter Beachtung von Änderungen zum Vorjahr des Berichtszeitraumes

Gegenüber dem Vorjahr stiegen die Gesamtemissionen zwar, getrieben durch deutlich höhere Emissionen aus der Landwirtschaft (+5,8%). Der Trend in den einzelnen Sektoren variiert aber konjunkturbedingt sehr stark. In der chemischen Industrie, den Haushalten und der Quellgruppe Lösemittel und weitere Produktverwendung sanken die Lachgasemissionen erheblich, dafür stiegen sie aus dem Straßenverkehr deutlich.

2.2.3 Methan (CH_4)

Die Methanemissionen werden hauptsächlich durch die landwirtschaftliche Tierhaltung, die Abfalldeponierung und die Verteilung flüssiger und gasförmiger Brennstoffe verursacht. Dem gegenüber sind die energie- und prozessbedingten Emissionen, sowie die Emissionen aus der Abwasserbehandlung fast zu vernachlässigen. Die Emissionen konnten seit 1990 um 55,6 % gemindert werden. Dieser Trend wurde hauptsächlich im Ergebnis umweltpolitischer Maßnahmen (Abfalltrennung mit verstärktem Recycling und zunehmender energetischer Verwertung der Abfälle) durch den Rückgang der Deponierung organischer Abfallmengen verursacht. Eine zweite wesentliche Ursache besteht in der verstärkten energetischen Nutzung von Grubengas bei gleichzeitigem Rückgang des Aufkommens (Schließung von Steinkohlebergwerken). Die Emissionen sanken in diesem Bereich seit 1990 um fast 80 %. Ein weiterer Grund für die Emissionsminderung bestand in der Verringerung der Tierbestände, vorwiegend in der ersten Hälfte der 90er Jahre in den neuen Bundesländern. Insbesondere auch die in diesem Teil Deutschlands durchgeführte Sanierung der veralteten Gasverteilungsnetze und die Verbesserungen bei der Verteilung der Kraftstoffe bewirkten weitere Minderungen der Gesamtemissionen.

Trendverlauf unter Beachtung von Änderungen zum Vorjahr des Berichtszeitraumes

Gegenüber dem Vorjahr sanken die Emissionen um 3,1 %. Diese Entwicklung geht vor allem auf den weiteren Rückgang der Deponieemissionen zurück.

2.2.4 F-Gase

In Abbildung 17 werden die Emissionsverläufe der sogenannten F-Gase im Zeitraum 1995 bis 2011 dargestellt. Die Emissionen der HFKW stiegen vor allem aufgrund des verstärkten Einsatzes als Kälteflüssigkeit in Kälteanlagen und der zunehmenden Entsorgung dieser Anlagen. Emissionsreduzierungen durch den verminderten Einsatz in PU-Montageschäumen wurden dabei überkompensiert. Die Emissionsminderungen bei den FKW wurden hauptsächlich durch Anstrengungen der Hersteller von Primäraluminium und der Halbleiterhersteller erreicht. Der Rückgang bei den SF_6 -Emissionen bis 2003 geht in erster Linie auf die seit Mitte der 90er Jahre auslaufende Anwendung in Autoreifen zurück. Hier hat eine erfolgreiche Umweltaufklärung eine Emissionssenkung um über 100 t bewirkt und die Treibhausgasemissionen um 2,5 Mio. t CO_2 -Äquivalente gesenkt. Vergleichbares gilt für Schallschutzscheiben, in denen SF_6 bei der Herstellung gegenüber 1995 fast auf null reduziert wurde. Die heutigen und künftigen Emissionen stammen zu einem Großteil aus der

offenen Entsorgung alter Scheiben. Auch bei Anlagen zur Elektrizitätsübertragung sanken die Emissionen deutlich. Wichtige neue Emissionsquellen sind das Schweißen, die Herstellung von Solarzellen und von optischen Glasfasern. Die SF₆-Emissionen sind auch in den letzten Jahren gesunken. Langfristig ist jedoch aufgrund der zunehmenden Entsorgung von Schallschutzscheiben mit stark steigenden Emissionen zu rechnen.

Relative Entwicklung der F-Gase seit 1995, nach Substanz (CO₂-äquivalent)

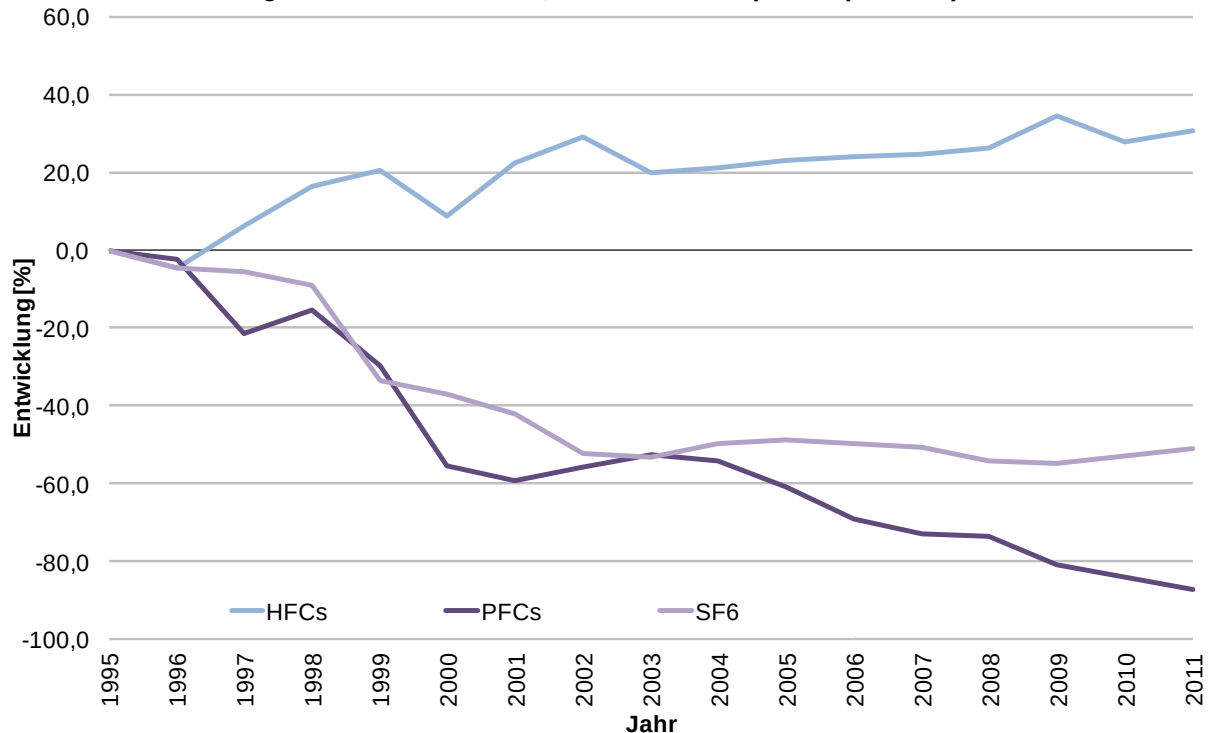


Abbildung 17: Relative Entwicklung der F-Gase gegenüber 1995

2.3 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs nach Quellkategorien

Energie

Die rückläufigen Emissionen im Energiebereich sind von den verbrennungsbedingten Emissionen her durch die in stationären und mobilen Feuerungsanlagen verursachten CO₂-Emissionen bestimmt (siehe hierzu auch die Ergebnisse der Key-Category-Analyse). Demgegenüber können in diesem Bereich die Emissionen der anderen Treibhausgase vernachlässigt werden. Dies stellt sich lediglich bei den nichtverbrennungsbedingten Emissionen (Quellgruppe 1.B.) anders dar. Hier sind die CO₂-Emissionen sehr gering, während die Emissionsentwicklung deutlich durch die aus der Verteilung flüssiger und gasförmiger Brennstoffe verursachten CH₄-Emissionen geprägt wird. Insgesamt nahmen die energiebedingten Emissionen aller Treibhausgase seit 1990 um 25,6 % ab. Die darin enthaltenen Emissionen des Verkehrs sanken in diesem Zeitraum lediglich um etwas mehr als 4,5 % und damit geringer als die Emissionen aus stationären Feuerungsanlagen. Bei den verbrennungsbedingten Emissionen resultiert diese Entwicklung aus Umstellungen im Mix der eingesetzten Brennstoffe, der Erhöhung der Energieeffizienz und technischer Wirkungsgrade sowie aus der zunehmenden Nutzung emissionsfreier Energiequellen. Dagegen wirken sich bei den Verteilungsemissionen die verstärkte Grubengasnutzung, die

Sanierung der Gasverteilungsnetze sowie die Einführung von Gaspendelungsanlagen bei der Kraftstoffverteilung aus.

In Tabelle 385 im Anhang werden für den Zeitraum seit 1990 die jeweiligen Emissionsveränderungen gegenüber dem Vorjahr zusammengestellt. Für CO₂ aus dem Energiebereich wird zum Beispiel deutlich, dass größtenteils temperaturbedingte Fluktuationen im Zeitverlauf - besonders unterschiedliche Temperaturverläufe im Winter - das Heizverhalten und damit den Energieverbrauch zur Erzeugung von Raumwärme den jährlichen Trend der energiebedingten Emissionen beeinflussen.

Industrieprozesse

Der Bereich der Emissionen aus den Industrieprozessen wird von den Treibhausgasen Kohlendioxid und Lachgas dominiert. Relativ auffällige Änderungen bei den Emissionen von F-Gasen haben dagegen auf Grund des geringen Anteils an den Gesamtemissionen keinen großen Einfluss auf den Gesamttrend, auch die Methan-Emissionen sind von untergeordneter Bedeutung.

Die Emissionen aus Industrieprozessen sind stark an das Produktionsniveau gekoppelt. Speziell die CO₂-Emissionen bilden hauptsächlich den Konjunkturverlauf der mineralischen, chemischen und metallherstellenden Industrien ab. .

Ein nicht an die Produktion gekoppelter Trend konnte bei den N₂O-Emissionen erreicht werden, weil bei der Adipinsäureproduktion emissionsmindernde Maßnahmen der Hersteller wirksam wurden. Von 2009 zu 2010 konnten noch einmal die N₂O-Emissionen der Adipinsäure-Herstellung durch Installation einer zweiten redundanten Abgasbehandlungsanlage bei einem bedeutenden Produzenten reduziert werden. Insgesamt sanken die N₂O-Emissionen seit 1990 auf ca. ein Sechstel.

Für alle Industrieprozesse und Treibhausgase zusammen ergibt sich seit 1990 eine Minderung an THG-Äquivalenten um 26,4 %, und im Vergleich zum Vorjahr eine leichte Steigerung um 0,9 %. Gegenüber dem Vorjahr sind die Emissionen in 2011 leicht gestiegen, bedingt durch höhere Emissionen der mineralischen Industrien, welche durch leicht fallende Emissionen aus der Herstellung von Metallen größtenteils kompensiert wurden.

Lösemittel und andere Produktverwendung

Die Emissionen des Bereiches Lösemittel- und Produktverwendung sanken seit 1990 um fast 60,0 %. Die hier bilanzierten Emissionen werden durch die indirekten CO₂-Emissionen aus der Anwendung von Lösemitteln (NMVOC) dominiert (Anteil etwa 2/3). Die Emissionen aus der Narkoseanwendung von N₂O sanken seit 1990 um nahezu die Hälfte.

Landwirtschaft

Die Abnahme der landwirtschaftlichen Emissionen um 20,0 % seit 1990 geht im Wesentlichen auf eine Abnahme der Tierbestände, aber auch auf Reduktionen der Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden und Düngermanagement zurück.

Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft

Die Abnahme der Einbindung von Treibhausgasen durch Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft ist im Wesentlichen auf eine Abnahme der Senkenfunktion in der Kategorie „Forest Land remaining Forest Land“ zurückzuführen. Die rückläufige Senkenfunktion des

Waldes beruht auf einer zunehmenden Entnahme von Holz für unterschiedliche Nutzungsarten.

Abfall und Abwasser

Die deutlichste Emissionsminderung von 66,7 % trat im Bereich der Abfallemissionen auf. Hier hat die Einführung eines verstärkten Recyclings von wiederverwertbaren Stoffen (Gelber Sack, Verpackungsverordnung u.ä.) sowie die seit Juni 2005 nicht mehr zugelassene Deponierung von biologisch abbaubaren Abfällen zu einer Verringerung der jährlich deponierten Abfallmengen geführt und damit eine Minderung von über 71 % im Bereich der Deponieemissionen verursacht. Die ebenfalls zu dieser Quellgruppe gehörenden Emissionen aus der Abwasserbehandlung treten mengenmäßig deutlich hinter den Deponieemissionen zurück, sanken jedoch ebenfalls stark.

Tabelle 14: Veränderungen der Treibhausgas-Emissionen in Deutschland nach Quellgruppen, seit 1990 / seit dem jeweils letzten Jahr

Emissionsentwicklung gegenüber 1990, Veränderung in %	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1. Energie	0,0	-11,6	-16,1	-19,2	-18,8	-21,1	-21,1	-26,3	-22,7	-25,5
2. Industrieprozesse	0,0	2,8	-17,8	-16,4	-15,5	-13,3	-16,3	-23,4	-27,1	-26,4
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	0,0	-20,6	-35,0	-54,2	-53,7	-56,5	-59,5	-63,7	-57,9	-59,9
4. Landwirtschaft	0,0	-13,8	-13,6	-18,8	-20,5	-21,8	-18,6	-20,9	-22,3	-20,0
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft										
CO ₂ (Netto-Senke)										
N ₂ O & CH ₄	0,0	-2,1	-1,6	-0,4	0,1	-0,9	-0,5	1,7	2,6	3,3
6. Abfall	0,0	-7,6	-35,3	-50,5	-53,8	-56,9	-59,7	-62,2	-64,5	-66,7

Emissionsentwicklung, gegenüber dem jeweils letzten Jahr, Veränderung in %	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1. Energie	0,0	-0,5	-0,2	-1,9	0,6	-2,9	0,0	-6,7	5,0	-3,6
2. Industrieprozesse	0,0	-1,9	3,6	-4,0	1,0	2,7	-3,4	-8,5	-4,8	0,9
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	0,0	0,2	-8,1	-6,5	1,1	-6,0	-7,0	-10,3	15,8	-4,7
4. Landwirtschaft	0,0	2,9	-0,2	-1,4	-2,1	-1,6	4,2	-2,8	-1,8	2,9
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft										
CO ₂ (Netto-Senke)										
N ₂ O & CH ₄	0,0	-1,3	0,6	0,2	0,5	-1,0	0,4	2,2	0,9	0,7
6. Abfall	0,0	-3,6	-4,5	-6,7	-6,6	-6,8	-6,5	-6,1	-6,1	-6,3

Angaben ohne CO₂ aus LULUCF.

Die detaillierten Daten finden sich in Tabelle 386 in Anhangkapitel 22.3.

2.4 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs für indirekte Treibhausgase und SO₂

Die relative Emissionsentwicklung der indirekten Treibhausgase und SO₂ sind grafisch in der Abbildung 18 und in Tabelle 13 jeweils als Zeitreihen seit 1990 dargestellt. In diesem Zeitraum wurden deutliche Minderungen der Emissionen dieser Schadstoffe erreicht. So gingen die Emissionen von SO₂ um über 91 %, die von CO um ca. 73 %, die von den NMVOC um ca. 68 % und die von NO_x um ca. 55 % zurück.

Die Emissionen von Schwefeldioxid, Stickstoffoxid, Kohlenmonoxid sind weit überwiegend durch stationäre und mobile verbrennungsbezogene Emissionen verursacht. Daneben treten

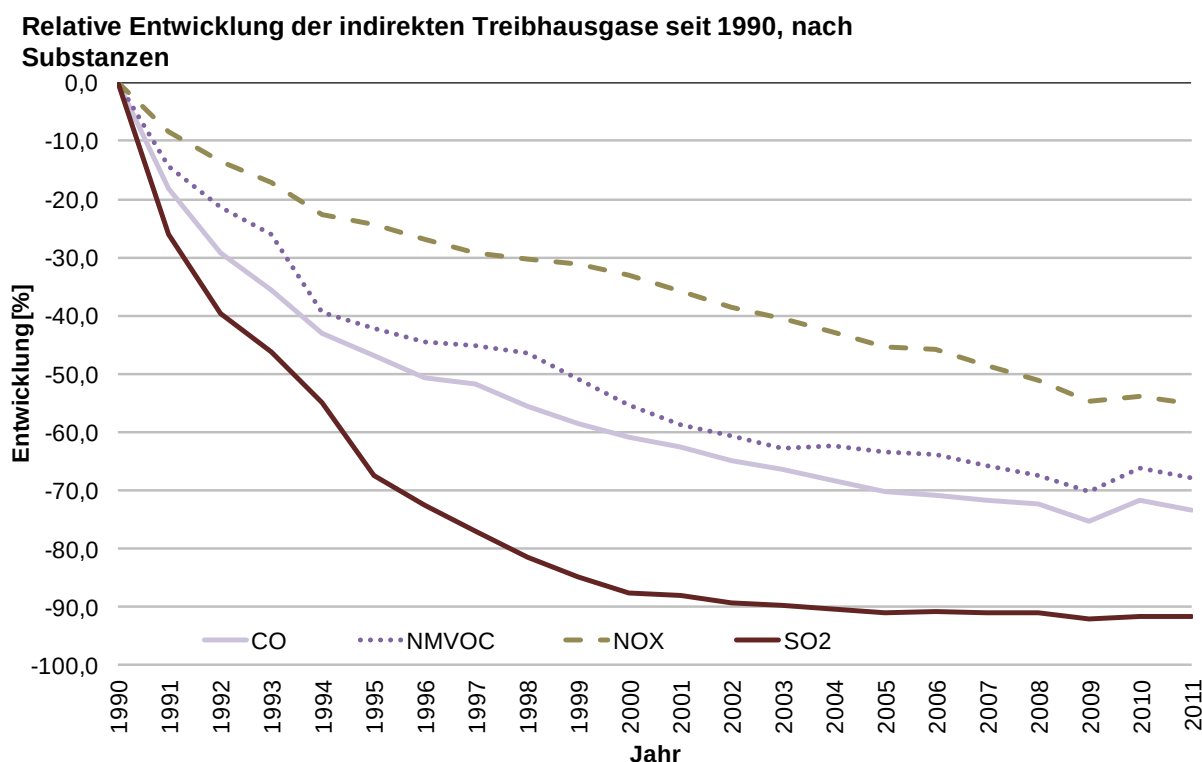
bei den NMVOC-Emissionen noch die Emissionen aus der Anwendung von Lösemitteln mit in den Vordergrund.

Die im Folgenden aufgeführten Ursachen für diese Entwicklung sind dabei für alle hier betrachteten Komponenten in unterschiedlichem Ausmaß und mit unterschiedlicher Gewichtung relevant:

- Durch die Wiedervereinigung Deutschlands im Jahre 1990 trugen insbesondere die Emissionen des Gebietes der ehemaligen DDR zu einem sehr hohen Ausgangsniveau bei.
- In den Folgejahren wurden im Osten Deutschlands veraltete Industrieanlagen stillgelegt. Statt ihrer wurden weitestgehend modernsten Ansprüchen genügende Neuanlagen errichtet. Nicht stillgelegte Altanlagen wurden mit umfangreichen Emissionsminderungsmaßnahmen und mit die Energieeffizienz erhöhenden Maßnahmen nachgerüstet.
- Zudem erfolgte eine Umstellung des eingesetzten Brennstoffmixes – insbesondere im Osten Deutschlands wurde der Anteil der heimischen Braunkohle zugunsten der mit geringeren Emissionen verbundenen Energieträger Erdgas und Erdöl reduziert.
- Im Verkehrsbereich erfolgte der Einsatz neuerer und mit schadstoffmindernder Technik ausgestatteter Fahrzeuge
- In den Jahren nach 1990 erlangten die immissionsschutzrechtlichen Regelungen der früheren Bundesrepublik Rechtsverbindlichkeit im Osten Deutschlands. Nach dem Auslaufen von zeitlich begrenzten Übergangsregelungen wurde das geltende Recht mehrfach an den weiterentwickelten Stand der Technik angepasst.
- Eingeführte gesetzliche Regelungen und marktwirtschaftliche Anreize führten zu einem sparsameren Umgang mit Energie und Rohstoffen.
- Internationale Rechtssetzung insbesondere der europäischen Gemeinschaft wirkte sich emissionsmindernd aus (z.B. die NEC-Richtlinie).
- Der zunehmende Einsatz von emissionsfreien Energieträgern (Strom/Wärme aus Sonne, Wind und Geothermie) wirkte sich insbesondere in den letzten Jahren auch auf die Emissionen der indirekten Treibhausgase aus.

Beschreibungen der Emissionsberechnungen für diese Schadstoffe sowie weitere detaillierte Einflussparameter für die Emissionsentwicklungen der einzelnen Luftschadstoffe können im Internet-Angebot des Umweltbundesamtes¹⁸ eingesehen werden.

¹⁸ <http://www.umweltbundesamt.de/emissionen/index.htm> sowie direkt im Informative Inventory Report (IIR): <http://iir-de.wikidot.com/>

Abbildung 18: Emissionsentwicklung der indirekten Treibhausgase und von SO₂

2.5 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs für das KP-LULUCF-Inventar, für aggregierte Emissionen, nach Aktivität und Treibhausgas

Deutschland berichtet unter KP-LULUCF Artikel 3 Absatz 3 sowie Forest Management für die gewählten zusätzlichen Aktivitäten nach Artikel 3 Absatz 4 des Kyoto-Protokolls. Berichtet werden die Treibhausgase Kohlenstoffdioxid, Methan und Lachgas.

Unter Artikel 3.3 werden für das Jahr 2011 Einbindungen von -5.633,58 Gg CO₂-äquivalent berichtet. Die Einbindung setzt sich zusammen aus der Einbindung durch Aufforstung und Wiederaufforstung von 5.772,26 Gg CO₂-äquivalent und aus Emissionen von Entwaldung von 138,68 Gg CO₂-äquivalent. Unter Entwaldung werden Emissionen von CO₂ mit 138,64 Gg CO₂ und von N₂O mit 0,04 Gg CO₂-äquivalent berichtet.

Unter Artikel 3.4 werden Einbindungen von -27.681,89 Gg CO₂-äquivalent berichtet. Die Einbindung setzt sich zusammen aus der Einbindung von -30.301,83 Gg CO₂-äquivalent und durch die Emission von 2.619,94 Gg CO₂-äquivalent. Unter Artikel 3.4 werden Einbindungen von CO₂ mit -27.748,47 Gg CO₂ und Emissionen von N₂O mit 65,27 Gg CO₂-äquivalent und CH₄ mit 1,33 Gg CO₂-äquivalent berichtet.

Tabelle 15: Emissionen von 2010 und 2011 für die KP-LULUCF-Aktivitäten Aufforstung und Entwaldung unter Artikel 3.3 und Waldbewirtschaftung unter Artikel 3.4.

Quellgruppe	Emission 2010 [Gg CO ₂ -äquivalent]	Emission 2011 [Gg CO ₂ -äquivalent]
KP 3.3 Afforestation/Reforestation	-5.699,817	-5.772,264
KP 3.3 Deforestation	111,611	138,683
KP 3.4 Forest Management	-27.697,207	-27.681,889

Für Aufforstungsflächen konnte eine Zunahme für die Einbindung von -72,45 Gg CO₂-äquivalent zwischen 2009 und 2010 ermittelt werden. Bei der Entwaldung ist ein leichter Anstieg der Emissionen um 27,07 Gg CO₂-äquivalent zu beobachten. Dagegen nimmt die Einbindung bei der Waldbewirtschaftung zwischen 2010 und 2011 leicht ab. Die Abnahme beträgt 15,32 Gg CO₂-äquivalent (siehe Tabelle 15).

3 ENERGIE (CRF SEKTOR 1)

3.1 Übersicht (CRF Sektor 1)

Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland, Energiesektor
(ohne CO₂ aus LULUCF)

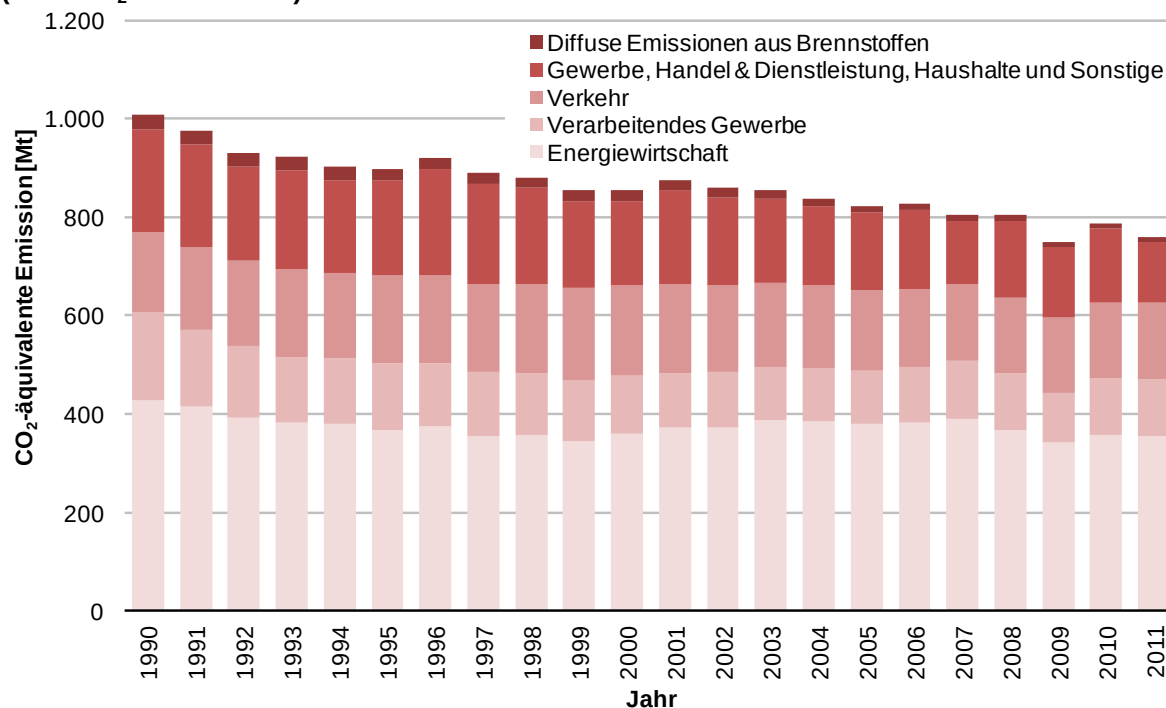


Abbildung 19: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 1

Für die Ermittlung der Aktivitätsraten aus der Verbrennung werden für mobile und stationäre Quellen unterschiedliche Modelle verwendet: Für stationäre Quellen die „Bilanz der Emissionsursachen - BEU“ und für mobile Quellen das Modell „Transport Emission Estimation Model -TREMOD“. In beiden Modellen werden verbrennungsbedingte Aktivitäten ermittelt und in der Emissionsdatenbank „Zentrales System Emissionen - ZSE“ erfasst.

Mit diesen verbrennungsbedingten Aktivitäten erfolgt durch Multiplikation mit den zugehörigen Emissionsfaktoren (entsprechend der Liste der CO₂-Emissionsfaktoren des Nationalen Allokationsplans) innerhalb des ZSE die Berechnung der zugehörigen Emissionen. Hierbei wird von einer vollständigen Oxidation des in den Brennstoffen enthaltenen Kohlenstoffs ausgegangen.

3.2 Verbrennung von Brennstoffen (1.A)

Die Aktivitätsraten für stationäre Verbrennung werden im Modell „Bilanz der Emissionsursachen“ (BEU) berechnet. Dieses vom Umweltbundesamt entwickelte Modell verwendet als Datengrundlage die Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland. Die Energiebilanz ist in den Kapiteln 18.1 bis 18.4 ausführlich beschrieben.

Mit Hilfe zusätzlicher Statistiken sowie verschiedener Annahmen werden diese Daten in den jeweiligen Sektoren der Energiewandlung und des Endverbrauchs weiter disaggregiert und ergänzt. Kriterien sind die immissionsschutzrechtliche Zulassung, Technologien und die Differenzierung bestimmter Brennstoffe. Das Modell besteht aus zwei Teilen: dem Teilmodell

für die alten Bundesländer für die Jahre 1987-1994 und dem Teilmodell für Deutschland für die Jahre ab 1995. Das Modell für Deutschland ist überarbeitet und in den Berichten der zwei Forschungsvorhaben (FKZ 203 41 142: ÖKOINSTITUT, 2005 und 204 41 132: ÖKOINSTITUT / DIW, 2007) ausführlich dokumentiert worden. Für die Berechnung wird seit dem Jahr 2009 ein Datenbank gestütztes System der BEU auf Basis der MESAP-Software eingesetzt, das im Rahmen der Forschungsvorhaben FKZ 204 42 203/03 und FKZ 360 16 010 (GICON, 2008) analog zum Teilmodell Deutschland entwickelt wurde. Für die neuen Bundesländer sind die Daten für 1990-1994 bereits direkt in das ZSE eingegeben worden. Ihre Ermittlung ist in Kapitel 19.1.1 beschrieben.

Aus der Energiebilanz werden für die Ermittlung der emissionsrelevanten Brennstoffeinsätze aus stationären Quellen folgende Zeilen herangezogen:

A: Umwandlungseinsatz (Energiebilanzzeile 9 bis 19)

1. **Öffentliche Wärmekraftwerke** (Zeile 11) sind Anlagen, deren Betreiber zu den öffentlichen Versorgern gehören. Dazu zählen auch Industriebetriebe, die ihre Kraftwerke zusammen mit Elektrizitätsversorgungsunternehmen als Gemeinschaftskraftwerke betreiben. Ausgewiesen wird der Brennstoffeinsatz zur Stromerzeugung. In dieser Zeile der Energiebilanz enthalten ist auch der Brennstoffeinsatz in Heizkraftwerken der öffentlichen Versorgung, der der Stromerzeugung zuzuordnen ist.
2. **Industriewärmekraftwerke** (Zeile 12) umfassen folgende Betreibergruppen:
 - Kraftwerke des Steinkohlenbergbaus,
 - Kraftwerke des Braunkohlenbergbaus,
 - Kraftwerke der Mineralölverarbeitung (Raffineriekraftwerke),
 - Kraftwerke, die Einphasenstrom für die Deutsche Bahn AG erzeugen (Bis 1999 werden die Einsatzmengen in den Bahnkraftwerken unter 1A2f berichtet (EBZ 12); ab 2000 werden sie mit den öffentlichen Kraftwerken unter 1A1a berichtet (EBZ 11)),
 - Kraftwerke der Industrie (Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau, verarbeitendes Gewerbe).
3. **Wasserkraft-, Windkraft-, Photovoltaik- u. a. Anlagen** (Zeile 14) umfasst alle Anlagen, die aus Biogas, Deponiegas, Klärgas, fester oder flüssiger Biomasse Strom erzeugen und diesen in das öffentliche Netz einspeisen. Da es für diese Anlagen keine Abschneidegrenze gibt, fallen darunter auch Kleinstanlagen aus den Sektoren Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen.
4. **Heizkraftwerke** (Zeile 15): hier wird der Brennstoffeinsatz angegeben, der der Fernwärmeerzeugung zuzuordnen ist. Die Addition der Zeilen 11 und 15 ergibt den gesamten Brennstoffeinsatz in öffentlichen Wärmekraftwerken. Die erzeugte Fernwärme wird in öffentliche Wärmenetze eingespeist. Diese Anlagen versorgen auch Industriekunden mit Prozesswärme.
5. **Fernheizwerke** (Zeile 16): hier wird der Brennstoffeinsatz für die öffentliche Fernwärmeversorgung aus Heizwerken angegeben. Die Anlagen werden häufig zur Spitzenlastdeckung in Fernwärmenetzen verwendet, in denen die Grundlast aus Heizkraftwerken gedeckt wird.

B: Energieverbrauch im Umwandlungsbereich (Energiebilanzzeile 33 bis 39)

6. In den Zeilen 33 bis 39 bzw. in der Summenzeile 40 (**Energieverbrauch im Umwandlungsbereich**) wird unter anderem der Brennstoffeinsatz zur

Wärmeerzeugung angegeben, der zum Betrieb der Umwandlungsanlagen notwendig ist. Hierbei wird nicht nach Art der Wärmeerzeugung unterschieden. So sind Brennstoffeinsätze zur Wärmeerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen, Dampf- und Heißwasserkesseln und Prozessfeuerungen zusammengefasst. Eine Besonderheit in der Energiebilanz betrifft die Bilanzierung der Braunkohlengruben und -brikettfabriken. Seit dem Jahr 1980 wird dieser Eigenverbrauch gemeinsam mit dem Umwandlungseinsatz der Brikettfabriken zur Produktherstellung in der Zeile 10 verbucht. Damit ist der emissionsverursachende Einsatz des Eigenverbrauchs aus der Energiebilanz nicht mehr ablesbar und muss aus dem Umwandlungseinsatz heraus gerechnet werden. Die Brennstoffeinsätze zur Wärmeerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung bilden zusammen mit den Brennstoffeinsätzen zur Stromerzeugung der Kraftwerke des Steinkohlenbergbaus, des Braunkohlenbergbaus und der Raffineriekraftwerke den gesamten Brennstoffeinsatz in diesen Anlagen. Nach Abzug der Brennstoffeinsätze zur Wärmeerzeugung in Kraftwerken vom gesamten Einsatz in Zeile 40 verbleibt die Brennstoffmenge, die in den Prozessfeuerungen, Dampf- und Heißwasserkesseln eingesetzt wird.

C: Endenergieverbrauch (Energiebilanzzeile 46 bis 67)

7. Im **Endenergieverbrauch der Industrie** (Zeile 60 der Energiebilanz) ist der Brennstoffeinsatz zur Wärmeerzeugung dargestellt, der für die Produktion und zur Raumheizung erforderlich ist. Auch hier wird nicht nach Art der Wärmeerzeugung unterschieden. So bildet ein Teil des Endenergieverbrauchs in diesen Quellgruppen zusammen mit dem Brennstoffeinsatz der Industriekraftwerke zur Stromerzeugung den gesamten Brennstoffeinsatz in diesen Anlagen.
8. Die Angaben zum **Endenergieverbrauch der Haushalte** (Zeile 66 der Energiebilanz) beinhalten die Brennstoffeinsätze zur Wärmeerzeugung, das sind die Anwendungsbereiche Heizung, Warmwasserbereitung und Kochen.
9. Die Angaben zum **Endenergieverbrauch von Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher** (Zeile 67 der Energiebilanz) umfassen Brennstoffeinsätze zur Warmwasserbereitung, Raum- und Prozesswärmeerzeugung in diesem Sektor.

Für die vielfältigen Anforderungen der nationalen und internationalen Energie- und Emissionsberichterstattung reichen die Angaben der Energiebilanz nicht aus. So fasst die Energiebilanz Brennstoffeinsätze zusammen, die

- in Anlagen mit unterschiedlichen immissionsschutzrechtlichen Anforderungen eingesetzt werden (z.B. Großfeuerungsanlagen, mittelgroße Feuerungsanlagen, Kleinfeuerungsanlagen, Abfallverbrennungsanlagen)
- die nach unterschiedlichen technischen Prinzipien arbeiten (z.B. Dampfturbinenkraftwerke, Gasturbinenkraftwerke, Verbrennungsmotoranlagen)
- regionale Besonderheiten aufweisen (z.B. unterschiedliche Qualitäten der Rohbraunkohlen in den einzelnen Fördergebieten)
- bei der nationalen und internationalen Emissionsberichterstattung jeweils unterschiedlichen Quellgruppen zuzuordnen sind
- in verschiedenen Energiebilanzzeilen je nach ihrem Verwendungszweck (zur Strom- bzw. zur Wärmeerzeugung) angegeben, aber in einer Anlagengruppe (z.B. Dampfturbinenkraftwerke) eingesetzt werden.

Diese Charakteristika haben Auswirkungen auf das Emissionsverhalten. Um diesen verschiedenen Anforderungen Rechnung zu tragen, werden die Daten der Energiebilanz im Modell *Bilanz der Emissionsursachen* (BEU) unter Verwendung weiterer Statistiken sowie mit eigenen Rechnungen disaggregiert. Die folgende Abbildung 20 gibt eine Übersicht über die Struktur

Bilanz der Emissionsursachen (BEU)	
<u>Quellgruppen sind:</u>	
• öffentliche Wärmekraftwerke, • Steinkohlenbergbau, • Braunkohlenbergbau, • Deutsche Bahn AG, (bis 1999) • Mineralö Raffinerien, • Fernheizwerke, • übriger Umwandlungsbereich • Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe (weitere Untergliederung der Prozessfeuerungen), (Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher werden außerhalb des BEU-Modells direkt im ZSE bearbeitet)	
<u>Anlagenarten sind:</u>	
• Dampfturbinenkraftwerke, • Gasturbinenkraftwerke, • Gas- und Dampfturbinenkraftwerke • Motorkraftwerke, • Kesselfeuerungen (ohne Kraftwerkskessel), • Prozessfeuerungen (untergliedert in 12 Prozesse).	
<u>Nach Energieträgern:</u>	
• etwa 40 verschiedene Brennstoffe	
<u>Nach immissionsschutzrechtlichen Regelungen aufbereitet, wird unterschieden in:</u>	
• Anlagen der 13. BImSchV, • Anlagen der 17. BImSchV, • Anlagen der 1. BImSchV, • Anlagen der TA Luft	

Abkürzungen stehen für:

BImSchV	Rechtsverordnung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz,
TA-Luft	Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft

Abbildung 20: Merkmale der UBA-Struktur der Bilanz der Emissionsursachen zur Disaggregation der Energiebilanz

Ziel des BEU-Modells ist es, eine Datenstruktur bereitzustellen, die für die unterschiedlichen Berichtspflichten verwendet werden kann. Insbesondere die Ermittlung der Emissionen klassischer Luftschadstoffe machte eine feinere Disaggregation notwendig.

Trotz der Umstellung der Energiebilanz auf die Einteilung der Wirtschaftszweige nach der WZ 93 und einer geänderten Gruppierung der Energieträger vom Jahre 1995 an, ist es gelungen, die Daten auf die dargestellte Grundstruktur zurückzuführen, so dass konsistente Zeitreihen erarbeitet werden konnten. Bedingt durch den erneuten Umstieg der Wirtschaftszweigklassifikation in den Energie-Statistiken ab dem Jahr 2008 von „WZ 2003“ auf „WZ 2008“ wurde die Erfassung der Aktivitätsdaten für die Prozessfeuerungen aus den Einzelstatistiken entsprechend dem Umsteigeschlüssel realisiert und dokumentiert (STATISTISCHES BUNDESAMT 2008: Umsteigeschlüssel WZ 2003 auf WZ 2008)

Die Struktur der Bilanz der Emissionsursachen (BEU) und ihre Merkmale wurde im Nationalen Inventarberichten 2011 in Abbildung 20 und tabellarisch in den Tabellen 16 bis 22 dargestellt und erläutert. Da es seither keine strukturellen Veränderungen gibt, sei hier auf diese Dokumentation verwiesen. Darin erfolgt die Zuordnung der Strukturelemente der BEU zur Datenbank des Zentralen Systems der Emissionen (ZSE) über eine eindeutige Namensvergabe.

Für die Ermittlung der Aktivitätsraten von Abfall in Müllverbrennungsanlagen und der Mitverbrennung in Feuerungsanlagen in den Sektoren Öffentliche Strom- und Wärmerzeugung (1.A.1) und verarbeitendes Gewerbe (1.A.2) werden bisher sowohl in der Energiestatistik als auch in der Energiebilanz geringere Abfallmengen bilanziert als in der Abfallstatistik des Statistischen Bundesamtes (STATISTISCHES BUNDESAMT, FS 19 Reihe 1). Um alle Brennstoffmengen möglichst vollständig zu erfassen hat das UBA im Rahmen eines Eigenforschungsprojektes eine gründliche Auswertung der Brennstoffeinsätze in der Energiestatistik und der Abfallstatistik durchgeführt. Darin wurden die Abfallmengen in den Sektoren öffentliche Energieerzeugung (1.A.1.a), Bergbau (1.A.1.c) und verarbeitendes Gewerbe (1.A.2) nach einzelnen Wirtschaftszweigen miteinander verglichen. Um beide Statistiken vergleichbar zu machen, wurden die Abfälle aus der Abfallstatistik den gleichen Brennstoffgruppen zugeordnet, wie sie in der Energiestatistik angegeben werden: in Feste Biomasse, Andere Mineralölprodukte, Klärschlamm, Haus- und Siedlungsabfälle und Industriemüll. Die Einordnung von Industrie- und Hausmüll erfolgte gemäß der Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) wobei unter Industriemüll alle Abfälle eingeordnet wurden, die mit der Abfallnummer 01 bis 19 beginnen.

Das Ergebnis zeigt, dass in den letzten Jahren die erfassten Brennstoffmengen der Energiestatistik stetig angestiegen sind. Der Grund dafür ist u.a., dass immer mehr feste Biomasse (v.a. Alt- und Restholz) und aufbereitete Siedlungsabfälle zur Energieerzeugung eingesetzt werden. Insgesamt liegen die Brennstoffmengen der Energiestatistik aber noch immer unter denen der Abfallstatistik. Vor allem der Bereich der öffentlichen Energieversorgung wird in der Energiestatistik noch nicht vollständig abgebildet. Demzufolge werden die Aktivitätsraten für Haus- und Industrieabfälle der Energiebilanz entnommen und um den Differenzbetrag zur Abfallstatistik ergänzt. Da das Altholz in der Energiebilanz nicht als Abfall sondern als feste Biomasse deklariert wird, muss es in der Abfallstatistik vom aufgeführten Einsatz in Müllverbrennungs- und Feuerungsanlagen abgezogen werden, um eine Doppelzählung zu vermeiden.

Hinsichtlich der stofflichen Zusammensetzung wird der fossile und biogene Anteil von Hausmüll/Siedlungsabfall seit dem NIR 2006 im Verhältnis 1:1 separat ausgewiesen. Dieser Split-Faktor wurde durch das veröffentlichte Forschungsvorhaben, „Nutzung der Potenziale des biogenen Anteils im Abfall zur Energieerzeugung“ (UBA, 2011; Förderkennzeichen 3707 33 303) bestätigt. Die Annahmen zum biogenen Anteil von Klärschlamm wurden beibehalten. Der biogene Anteil des Industriemülls variiert stark in Abhängigkeit der Industriebranche und Anlagenart. Dies führt u.a. dazu, dass im Sektor verarbeitendes Gewerbe (1.A.2) für die Wirtschaftszweige Eisen und Stahl, Papier, Zement- und Kalkindustrie wie bisher ausführliche Datenerhebungen zu Ersatzbrennstoffen verwendet werden, die von den Verbänden Stahlinstitut (VDEh), Verband Deutscher Papierfabriken e.V. (VDP), Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie (BV Kalk) und vom Verein Deutscher Zementwerke e.V. (VDZ) zur Verfügung gestellt werden.

In Abbildung 21 sind alle relevanten Datenquellen für den Brennstoffeinsatz von Abfällen zur Energieerzeugung schematisch dargestellt.

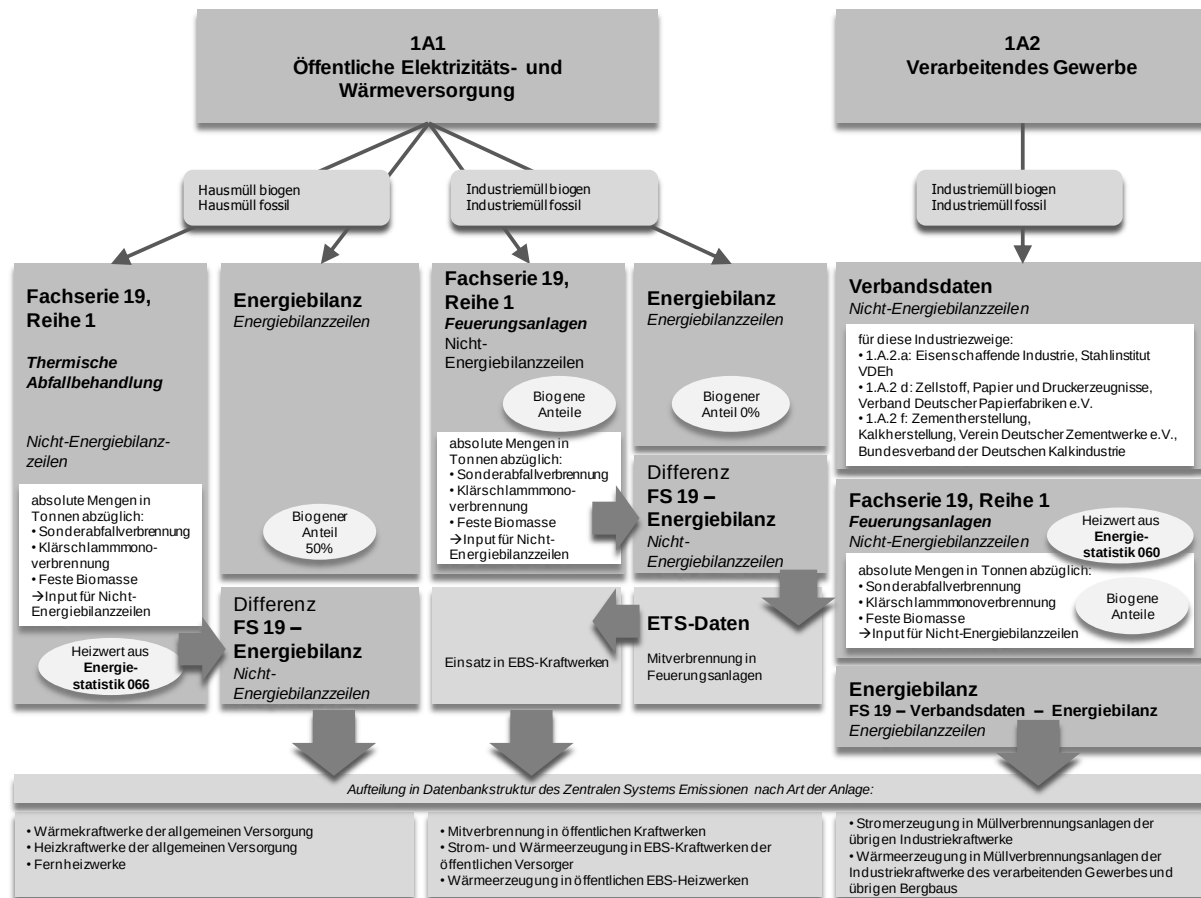


Abbildung 21: Schema der Datenquellen für den Brennstoffeinsatz von Abfällen zur energetischen Nutzung im Rahmen des Treibhausgas-Emissionsinventars

3.2.1 Verifikation des sektoralen Ansatzes zu CRF 1.A

3.2.1.1 Vergleich mit dem CO₂-Referenzverfahren

Im Rahmen des internationalen Klimaschutzes ist die Berichterstattung zu den verbrennungsbedingten CO₂-Emissionen auf Grund des hohen Beitrages zu den Gesamtemissionen von größter Bedeutung. Von den Industrieländern wird hierzu routinemäßig das quellgruppenspezifische Verfahren angewendet, das auf der Ebene der einzelnen Energieverbrauchssektoren ansetzt und daher differenzierte Aussagen zur Struktur der Emissionen erlaubt. Als vereinfachtes und vergleichendes Verfahren wurde vom IPCC der *Reference Approach* (Referenzverfahren) entwickelt. Die so - ausgehend vom Primärenergieverbrauch (inländischer Einsatz von Energieträgern) - berechneten CO₂-Emissionen müssen anschließend mit den Ergebnissen des *Sectoral Approach* (sektoraler Ansatz) verglichen werden.

Das Referenzverfahren wurde für alle Jahre ab 1990 durchgeführt. Als Basis dienen dabei jeweils die Angaben der bis zum Jahr 2010 veröffentlichten Nationalen Energiebilanzen zum Primärenergieverbrauch. Für das Jahr 2011 ist derzeit nur eine vorläufige Bilanz verfügbar.

Die Ergebnisse des Referenzverfahrens sind in Tabelle 16 zusammengestellt und werden in Abbildung 22 und Abbildung 23 mit weiteren verfügbaren Datensätzen etwa der IEA und der

einzelnen Bundesländer verglichen. Zwischen den Ergebnissen des *Referenzverfahrens* und denen des *sektoralen Berechnungsansatzes* ergibt sich dabei über alle betrachteten Jahre eine durchschnittliche Abweichung von 0,4 %. Die Einzelabweichungen variieren dabei im Bereich von -1,2 % (2010) bis +1,6 % (2003).

3.2.1.2 Verifizierung mit anderen für Deutschland verfügbaren Datensätzen

Nachfolgend werden die Ergebnisse der detaillierten quellgruppenbezogenen Berechnung der energiebedingten CO₂-Emissionen für Deutschland entsprechend den Vorgaben der *IPCC Good Practice Guidance* (2000) zur Verifizierung mit anderen für Deutschland verfügbaren nationalen und internationalen Datensätzen über die energiebedingten CO₂-Emissionen für die Jahre 1990 bis 2010 verglichen. Für 2011 liegen diese Vergleichsdaten noch nicht vor.

Dies erfolgt durch Gegenüberstellung der Berechnungsergebnisse mit den Angaben:

- der IEA (quellgruppenspezifisches Verfahren und Referenzverfahren) und
- der auf der Ebene der Bundesländer durchgeführten CO₂-Berechnungen.

In Tabelle 16 und Abbildung 22 werden die Ergebnisse der unterschiedlichen CO₂-Berechnungsansätze einander im zeitlichen Verlauf vergleichend gegenübergestellt. Die relevanten Entwicklungstrends werden in allen Berechnungsansätzen, inklusive dem Referenzverfahren – wenn auch auf unterschiedlichem Niveau – aufgezeigt. Um diese Niveauunterschiede zu veranschaulichen, werden in Abbildung 23 die relativen Abweichungen zwischen den verschiedenen Datensätzen dargestellt.

Insgesamt bestätigen diese Vergleiche die für Deutschland ermittelten CO₂-Emissionen. Die mit dem *sektoralen Ansatz* ermittelten energiebedingten nationalen Gesamtemissionen (siehe UBA (CRF 1.A)) weichen im Mittel der Jahre 1990 bis 2009 wie folgt von den Vergleichsdatsätzen ab:

• IEA (detailliertere Sektoraler Ansatz: IEA (SA))	0,1 %
• IEA (Referenzverfahren: IEA (RA))	1,2 %
• nationales Referenzverfahren (UBA (RA))	0,4 %
• Ergebnisse der Bundesländer ¹⁹	1,0%

¹⁹ Abweichung gegenüber UBA (CRF 1.A) inkl. CO₂ aus internationalem Flugverkehr (CRF 1.C.1.a);

Tabelle 16: Vergleich der CO₂-Inventare mit anderen unabhängigen nationalen und internationalen Ergebnissen

Ergebnisse, Abweichung	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
IEA Statistiken SA (sectoral approach)	949,7	924,8	886,5	879,9	868,5	867,8	896,5	865,8	858,9	826,9
Abweichung IEA SA von UBA (CRF 1.A)	-2,9	-2,1	-1,3	-1,1	-0,3	-0,2	0,5	0,5	0,5	-0,2
IEA Statistiken RA (reference approach)	970,9	939,8	900,3	886,6	875,4	875,8	901,5	876,1	870,6	835,1
Abweichung IEA RA von UBA (CRF 1.A)	-0,7	-0,5	0,2	-0,4	0,5	0,7	1,0	1,7	1,9	0,8
Abweichung IEA RA von UBA RA	-0,6	-0,4	0,1	-0,9	-0,1	1,0	0,9	1,3	1,4	0,2
Ergebnisse der Bundesländer (Energie)	981,7	963,2	917,1	912,5	890,5	893,7	914,6	890,5	887,7	861,7
Abweichung Bundesländer (Energie) von UBA	-0,8	0,7	0,6	1,0	0,5	1,0	0,7	1,4	1,8	1,7
Reference Approach UBA (RA)	976,5	943,3	899,7	894,4	876,0	867,4	893,1	865,1	858,5	833,1
Abweichung UBA RA von UBA (CRF 1.A)	-0,1	-0,1	0,2	0,5	0,6	-0,3	0,1	0,4	0,5	0,5
Sektoraler Ansatz UBA (CRF 1.A)	977,7	944,4	898,3	889,8	871,1	869,9	892,4	861,3	854,5	828,5
<i>internationaler Luftverkehr</i>	<i>12,0</i>	<i>11,9</i>	<i>13,1</i>	<i>14,1</i>	<i>14,7</i>	<i>15,3</i>	<i>16,0</i>	<i>16,5</i>	<i>17,1</i>	<i>18,4</i>
Ergebnisse, Abweichung	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
IEA Statistiken SA (sectoral approach)	825,0	843,3	830,7	839,8	840,8	809,0	820,9	796,3	800,1	747,1
Abweichung IEA SA von UBA (CRF 1.A)	-0,3	-0,8	-0,6	0,9	2,8	0,7	1,6	1,4	1,8	1,9
IEA Statistiken RA (reference approach)	841,8	870,3	844,4	846,8	842,6	818,8	819,8	802,0	800,6	751,3
Abweichung IEA RA von UBA (CRF 1.A)	1,7	2,4	1,1	1,8	3,1	1,9	1,4	2,1	1,9	2,4
Abweichung IEA RA von UBA RA	1,1	1,9	0,3	0,2	1,6	0,6	-0,1	1,9	2,6	3,2
Ergebnisse der Bundesländer (Energie)	863,1	887,6	864,5	859,6	847,4	835,7	841,6	818,7	824,6	772,0
Abweichung Bundesländer (Energie) von UBA	1,9	2,2	1,2	1,0	1,0	1,1	1,1	1,0	1,6	1,8
Reference Approach UBA (RA)	832,7	854,1	842,2	845,3	829,8	814,2	821,0	787,3	780,4	727,9
Abweichung UBA RA von UBA (CRF 1.A)	0,6	0,5	0,8	1,6	1,5	1,4	1,6	0,2	-0,7	-0,8
Sektoraler Ansatz UBA (CRF 1.A)	827,8	849,7	835,4	832,1	817,5	803,2	808,3	785,6	785,8	733,4
<i>internationaler Luftverkehr</i>	<i>19,5</i>	<i>19,1</i>	<i>19,0</i>	<i>19,4</i>	<i>21,2</i>	<i>23,1</i>	<i>24,2</i>	<i>25,1</i>	<i>25,4</i>	<i>24,7</i>
Ergebnisse, Abweichung	2010									
IEA Statistiken SA (sectoral approach)	761,6									
Abweichung IEA SA von UBA (CRF 1.A)	-1,2									
IEA Statistiken RA (reference approach)	770,0									
Abweichung IEA RA von UBA (CRF 1.A)	-0,1									
Abweichung IEA RA von UBA RA	1,2									
Ergebnisse der Bundesländer (Energie)	NA									
Abweichung Bundesländer (Energie) von UBA	NA									
Reference Approach UBA (RA)	761,1									
Abweichung UBA RA von UBA (CRF 1.A)	-1,2									
Sektoraler Ansatz UBA (CRF 1.A)	770,6									
<i>internationaler Luftverkehr</i>	<i>24,5</i>									

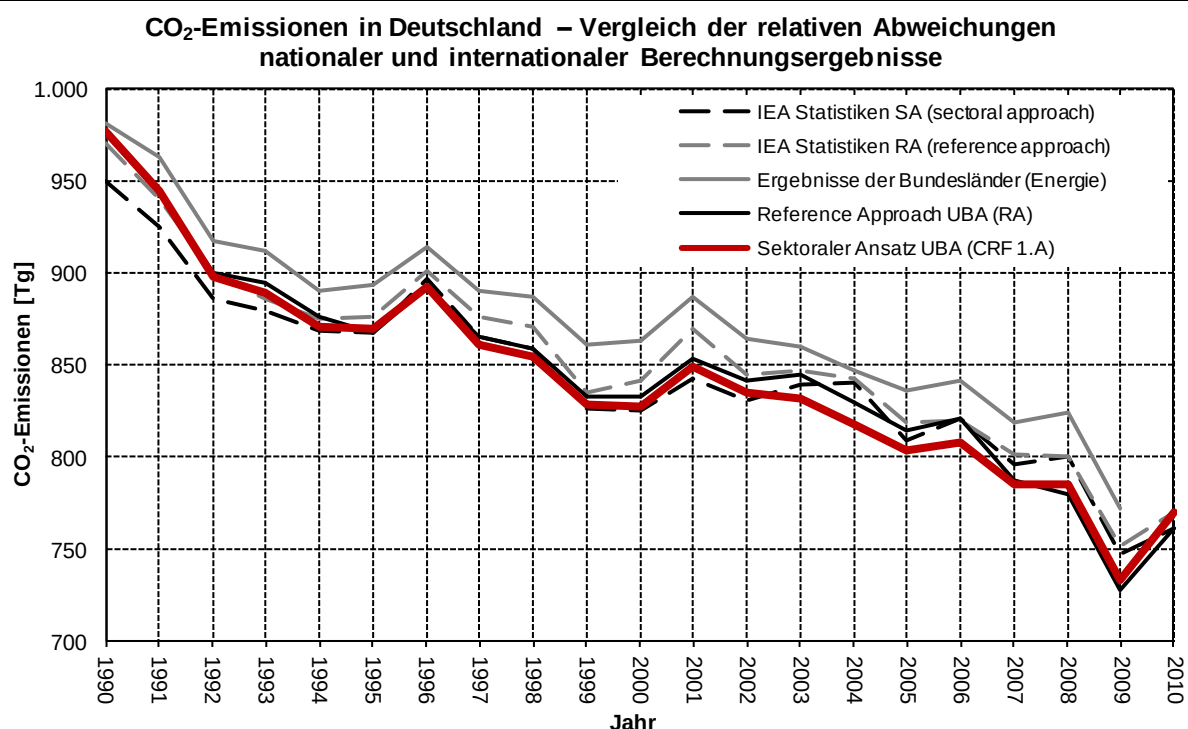


Abbildung 22: CO₂-Emissionen in Deutschland – Vergleich nationaler und internationaler Berechnungsergebnisse

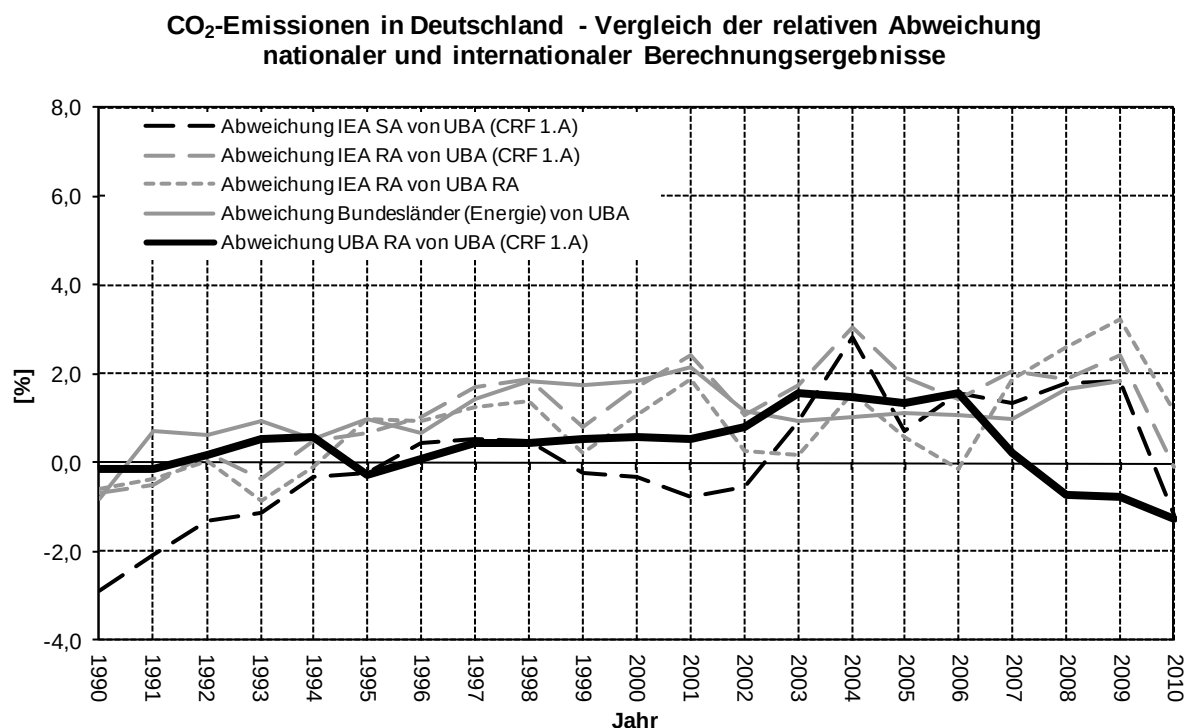


Abbildung 23: CO₂-Emissionen in Deutschland – Vergleich der relativen Abweichungen nationaler und internationaler Berechnungsergebnisse

3.2.1.2.1 Vergleich mit den IEA-Ergebnissen

Die verwendeten Daten werden in jährlich aktualisierter Form international durch die IEA veröffentlicht (zuletzt: OECD/IEA, 2012). Da der Weg der Ermittlung, Aufbereitung und

Anwendung der verwendeten Basisdaten gegenwärtig jedoch nicht exakt mit dem nationalen Vorgehen in Deutschland vergleichbar ist und weitere methodische Informationen insbesondere zu den verwendeten detaillierten Daten fehlen, wird dieser Vergleich hier nur aus Gründen der Vollständigkeit aufgeführt.

Der Vergleich mit den Ergebnissen des sektoralen Ansatzes der IEA bestätigt trotz dieser Einschränkungen die nach der nationalen detaillierten Methode ermittelten Daten: Die mittlere Abweichung für aktuell 21 Jahre liegt bei 0,1 %, die Einzelabweichungen variieren im Bereich von -2,9 % (1990) bis 2,8 % (2004).

Die Ergebnisse des von IEA durchgeführten Referenzverfahrens weichen vom in Deutschland durchgeführten Referenzverfahren im Mittel der 21 Jahre um 0,8 % ab.

3.2.1.2.2 Vergleich mit den für die einzelnen Bundesländer ermittelten Daten

Durch die Bundesländer werden Angaben zu den jeweiligen CO₂-Emissionen veröffentlicht (siehe: http://www.lak-energiebilanzen.de/sixcms/detail.php?template=liste_cobilanzen). Zu den Verfahren, zuständigen Einrichtungen und methodischen Beschreibungen wird auf den Internetauftritt bzw. auf die detailliertere Beschreibungen im NIR 2009 verwiesen.

Nachfolgend wird eine Gegenüberstellung der verfügbaren Länderergebnisse der Quellenbilanz mit den auf Bundesebene berechneten Inventaren für die energiebedingten CO₂-Emissionen durchgeführt. Erschwert wird der Vergleich dadurch, dass die verfügbaren Informationen für die einzelnen Bundesländer nicht immer in vollständigen Zeitreihen vorliegen. Die Füllung bestehender Fehlstellen erfolgte überwiegend durch Interpolation. Da aktuell nur für wenige Bundesländer Daten für 2010 verfügbar sind; wird der Vergleich auf den Zeitraum 1990 bis 2009 begrenzt.

Für den Vergleich ist von Bedeutung, dass methodisch in den Energiebilanzen der Bundesländer und den darauf aufbauenden Berechnungen der CO₂-Emissionen keine Korrektur für den im internationalen Luftverkehr eingesetzten Treibstoff durchgeführt wird. Aus diesem Grund müssen hier die Ergebnisse der Bundesländer mit den energiebedingten Gesamtemissionen (1.A) im Bundesinventar zuzüglich der nachrichtlich für den internationalen Luftverkehr berichteten Emissionen (1.C.1.a) verglichen werden.

Tabelle 17: Vergleich der Ergebnisse der CO₂-Berechnungen der einzelnen Bundesländer mit den Bundesinventaren

Bundesland	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	[Gg CO ₂]									
Baden-Württemberg	74.374	78.590	78.036	78.673	74.535	78.074	81.759	78.570	80.080	77.379
Bayern	84.544	88.972	87.041	90.335	87.871	88.307	92.265	89.837	92.708	90.590
Berlin	26.941	27.957	25.234	26.643	25.531	24.445	24.726	23.560	22.876	23.693
Brandenburg	81.894	66.751	58.894	57.104	54.011	50.791	50.312	50.762	59.255	57.784
Bremen	13.433	13.586	12.903	12.517	13.341	13.239	14.256	14.170	13.857	12.793
Hamburg	12.743	14.226	13.116	13.813	13.361	13.467	14.572	13.940	13.651	13.362
Hessen	50.338	53.945	53.267	56.060	56.201	56.126	59.935	57.264	57.156	54.688
Mecklenburg-Vorpommern	15.539	10.757	9.360	9.473	9.510	10.233	11.636	10.654	10.413	10.627
Niedersachsen	77.138	82.276	80.915	79.553	78.192	78.334	78.475	79.440	80.405	77.316
Nordrhein-Westfalen	299.028	309.888	306.287	300.041	295.874	303.349	312.345	307.064	304.784	294.014
Rheinland-Pfalz	27.394	29.448	28.914	30.248	30.274	31.490	31.463	31.646	31.167	30.311
Saarland	23.708	25.767	24.398	23.214	24.313	23.133	23.852	21.825	23.795	22.833
Sachsen	91.465	77.105	64.059	66.046	62.988	61.349	56.223	51.036	37.167	35.116
Sachsen-Anhalt	50.863	38.085	31.892	27.887	26.307	25.200	25.652	25.294	25.261	26.900
Schleswig-Holstein	24.200	23.826	24.082	24.590	24.191	22.940	23.517	22.654	22.426	21.868
Thüringen	28.098	22.071	18.687	16.334	13.992	13.240	13.641	12.806	12.713	12.438
Länderergebnis	981.699	963.249	917.084	912.531	890.493	893.716	914.629	890.521	887.713	861.712
Sektoraler Ansatz UBA (CRF 1.A)	977.713	944.417	898.318	889.779	871.089	869.889	892.374	861.302	854.542	828.541
Internationaler Luftverkehr (CRF 1.C.1.a)	12.023	11.937	13.095	14.068	14.688	15.256	15.993	16.530	17.069	18.406
Bundesergebnis (CRF 1.A + CRF 1.C.1.a)	989.736	956.354	911.413	903.846	885.777	885.146	908.367	877.832	871.610	846.948
Differenz Länder- zu Bundesergebnis (Gg)	-8.037	6.895	5.671	8.684	4.716	8.571	6.262	12.689	16.103	14.765
Differenz Länder- zu Bundesergebnis (%)	-0,8	0,7	0,6	1,0	0,5	1,0	0,7	1,4	1,8	1,7

Bundesland	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	[Gg CO ₂]									
Baden-Württemberg	74.940	80.108	76.549	75.598	74.768	77.222	78.283	70.952	72.556	66.153
Bayern	88.705	90.377	84.578	83.783	83.190	80.541	81.879	74.972	80.430	77.930
Berlin	23.661	24.068	21.281	21.249	20.184	19.998	19.915	17.466	18.604	18.027
Brandenburg	60.564	60.928	61.537	57.910	58.882	59.910	58.273	58.173	56.587	52.968
Bremen	14.079	14.137	14.031	14.667	13.057	12.222	12.704	13.645	13.056	12.529
Hamburg	13.073	12.784	12.495	12.328	11.589	11.343	11.451	10.940	10.891	10.982
Hessen	56.011	57.817	54.897	55.528	54.787	54.441	53.170	50.916	52.159	49.128
Mecklenburg-Vorpommern	10.256	10.718	10.908	10.451	10.961	10.511	11.080	10.081	10.867	9.505
Niedersachsen	74.228	73.145	72.061	71.040	70.019	70.158	70.298	69.898	69.402	65.810
Nordrhein-Westfalen	293.987	299.969	295.293	295.885	291.555	282.533	287.140	289.557	286.158	260.666
Rheinland-Pfalz	28.853	29.574	27.793	26.787	26.432	26.399	27.110	25.596	27.453	26.181
Saarland	23.459	23.260	22.964	23.278	23.917	24.799	23.577	25.714	22.961	18.377
Sachsen	41.552	48.842	49.038	49.625	48.476	47.019	48.295	46.854	46.927	47.980
Sachsen-Anhalt	26.301	26.840	27.518	28.171	27.145	27.846	27.821	26.477	26.973	26.772
Schleswig-Holstein	21.378	22.737	21.455	21.401	20.592	19.356	19.339	17.032	18.688	18.430
Thüringen	12.059	12.339	12.066	11.924	11.812	11.450	11.283	10.422	10.911	10.526
Länderergebnis	863.106	887.643	864.465	859.625	847.366	835.749	841.617	818.694	824.623	771.964
Sektoraler Ansatz UBA (CRF 1.A)	827.825	849.669	835.355	832.122	817.510	803.248	808.296	785.639	785.832	733.401
Internationaler Luftverkehr (CRF 1.C.1.a)	19.529	19.101	19.001	19.357	21.170	23.088	24.236	25.135	25.422	24.726
Bundesergebnis (CRF 1.A + CRF 1.C.1.a)*	847.354	868.771	854.356	851.479	838.680	826.336	832.531	810.774	811.254	758.127
Differenz Länder- zu Bundesergebnis (Gg)	15.752	18.872	10.109	8.146	8.686	9.412	9.086	7.919	13.369	13.837
Differenz Länder- zu Bundesergebnis (%)	1,9	2,2	1,2	1,0	1,0	1,1	1,1	1,0	1,6	1,8

*) Korrektur ist erforderlich, da auf Ebene der Bundesländer keine Korrektur des Energieverbrauchs für den internationalen Flugverkehr erfolgt!

Anm.: Zahlen in kursiv und grau hinterlegt sind nicht Teil konsistenter Zeitreihen und wurden durch Verfahren zur Lückenschließung generiert (s. Text).

Im Ergebnis dieses Vergleiches wurde vom Trend her eine sehr gute Übereinstimmung der zusammengefassten Länderergebnisse mit dem Bundesinventar ermittelt. Im Durchschnitt der 20 Jahre lagen die CO₂-Emissionen der Bundesländer insgesamt 1,0 % höher als das Bundesergebnis. Die Abweichungen lagen in ihren Extremen bei – 0,8 % im Jahr 1990 und 2,2 % im Jahr 2001.

3.2.1.2.3 Geplante Verbesserungen

Die Vergleichsergebnisse werden im Anschluss an die Berichterstattung regelmäßig mit den Vertretern des Länderarbeitskreises Energiebilanzen diskutiert und hinsichtlich weiterer Verbesserungsmöglichkeiten geprüft. Gegenwärtig bestehen keine weiteren konkreten Verbesserungspläne.

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

3.2.2 Internationale Bunkerbrennstoffe

3.2.2.1 Emissionen aus dem internationalen Verkehr (1.C.1.a/1.C.1.b)

Der internationale Verkehr gliedert sich in den internationalen zivilen Luftverkehr (1.C.1.a) und den internationalen Seeverkehr (1.C.1.b), zu dem die Hochseefischerei und die Seeschifffahrt zählen.

3.2.2.2 Emissionen aus dem internationalen Flugverkehr (1.C.1.a)

3.2.2.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.C.1.a)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	Tier 2	NS/IS	CS D (Schmierstoffe)
CH ₄	Tier 3	NS/IS	CS
N ₂ O	Tier 3	NS/IS	CS
NO _x , CO, NMVOC, SO ₂	Tier 3	NS/IS	CS

Die nur nachrichtliche Quellgruppe 1.C.1.a – Internationaler ziviler Luftverkehr ist nicht Teil der Hauptkategorienanalyse.

Die Emissionen aus dem Verbrauch von Kraftstoffen für den internationalen Luftverkehr sind in der Inventarberechnung berücksichtigt, werden jedoch in Übereinstimmung mit der IPCC Good Practice Guidance (IPCC, 2000: S. 2.57) nicht als Bestandteil der nationalen Gesamtinventare berichtet.

Der internationale Flugverkehr von deutschen Flughäfen wächst sowohl relativ als auch absolut stetig. Infolge der Wirtschaftskrise 2009 und der Auswirkungen des Ausbruchs des Eyjafjallajökull in 2010 unterstützt durch Flottenmodernisierung, Effizienzsteigerung und besserer Auslastung deutet sich allerdings eine Unterbrechung dieses Trends an. Die Entwicklung der resultierenden Treibhausgasemissionen ist in der folgenden Grafik dargestellt.

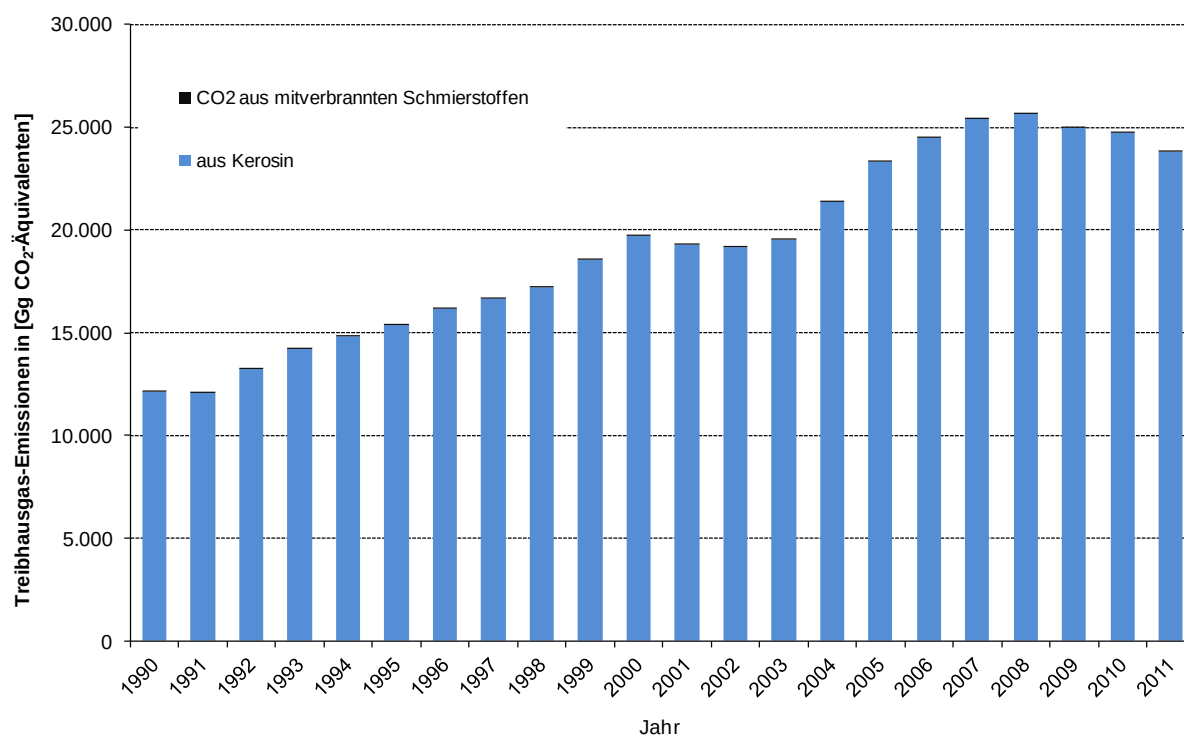


Abbildung 24: Entwicklung der Treibhausgasemissionen des von Deutschland abgehenden internationalen Flugverkehrs 1990 - 2011

3.2.2.2 Methodische Aspekte (1.C.1.a)

Im Rahmen der deutschen Energiestatistiken ist eine offizielle Untergliederung der Brennstoffverbrauchsmengen für den Bereich der internationalen Flugverkehrsemissionen nicht verfügbar. Um dennoch eine Unterscheidung nach nationalen und internationalen Verbräuchen zu ermöglichen, wird eine Aufteilung dieser Kraftstoffverbrauchsangaben in den inländischen und internationalen Flugverkehr vorgenommen.

Die Unterteilung erfolgt anhand eines jährlichen Splitfaktors für den Anteil des nationalen Flugverkehrs am Gesamt-Kerosinverbrauch. Für 1990 wurde als Ergebnis eines Forschungsvorhabens hier ein auf einzelnen Flugbewegungen basierender Wert von etwa 15 % ermittelt. Ab dem Jahr 2003 wird ein entsprechender Wert direkt von Eurocontrol zur Verfügung gestellt (berechnet nach Tier 3). Für die Jahre 1991 bis 2002 erfolgt eine Interpolation in Form einer kontinuierlichen Anpassungsfunktion, welche wiederum auf Flugbewegungsdaten beruht.

Die so ermittelten Anteile des internationalen Flugverkehrs an den in der Energiebilanz (AGEB) bzw. in den Amtlichen Mineralöl- und Mineralölproduktdaten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) ausgewiesenen Kerosinverbräuchen (AGEB, 2012; BAFA, 2012) stellen sich wie folgt dar:

Tabelle 18: Entwicklung des internationalen Anteils am Gesamt-Kerosinverbrauch

Jahr	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Anteil in [%]	84,9	89,2	89,7	90,0	90,2	90,5	91,4	91,7
Jahr	2010	2011						
Anteil in [%]	92,4	92,9						

Der Einsatz von Flugbenzin wird separat und nur für den nationalen Flugverkehr berichtet und geht in die Berechnung des Splitfaktors nicht ein.

Der internationale zivile Luftverkehr wird im ZSE direkt ausgewiesen.

Weitere Angaben zu den verwendeten Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren finden sich in Kapitel 3.2.10.1 zum nationalen zivilen Flugverkehr.

3.2.2.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.C.1.a)

Siehe Nationaler Flugverkehr, Kapitel 3.2.10.1.3.

3.2.2.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle (1.C.1.a)

Details siehe Nationaler Flugverkehr, Kapitel 3.2.10.3.4.

3.2.2.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.C.1.a)

Rückrechnungen gegenüber Berichterstattung 2012 erfolgten aufgrund einer Korrektur des für die Jahre ab 2007 von Eurocontrol berechneten Verhältnisses für den Kerosineinsatz in nationalen und internationalen Flügen.

Tabelle 19: Revision des Anteils des internationalen Flugverkehrs am gesamten Kerosinabsatz in D, 2007-2010

	Einheit	2007	2008	2009	2010
Submission 2013		91,63	91,72	91,91	92,38
Submission 2012	[%]	91,90	92,01	92,29	92,64
Differenz absolut		-0,26	-0,29	-0,38	-0,26
Differenz relativ	[%]	-0,29	-0,31	-0,42	-0,28

Tabelle 20: resultierende Revision des Kerosinverbrauchs des internationalen Flugverkehrs ab D, 2007-2010

	Einheit	2007	2008	2009	2010
Submission 2013		343.101	347.026	337.524	334.201
Submission 2012	[TJ]	344.088	348.121	338.933	335.129
Differenz absolut		-987,5	-1.095	-1.409	-928
Differenz relativ	[%]	-0,29	-0,31	-0,42	-0,28

Tabelle 21: resultierende Revision der Menge mitverbrannter Schmierstoffe 2007-2009

	Einheit	2007	2008	2009	2010
Submission 2013		10,34	7,98	6,71	1,44
Submission 2012	[TJ]	10,37	8,00	6,74	1,45
Differenz absolut		-0,03	-0,02	-0,03	-0,01
Differenz relativ	[%]	-0,29	-0,25	-0,45	-0,69

Aus den beschriebenen Änderungen an Eingangsdaten ergeben sich gegenüber der Submission 2012 folgende Neuberechnungen der berichteten Treibhausgas-Emissionen:

Tabelle 22: resultierende Neuberechnung der THG-Emissionen des internationalen Flugverkehrs für die Jahre 2007 bis 2010

	Einheit	2007	2008	2009	2010
Submission 2013	[Gg	25.382	25.672	24.969	24.723
Submission 2012	CO ₂ -	25.455	25.753	25.073	24.792
Differenz absolut	Äquiv.]	-73	-81	-104	-69
Differenz relativ	[%]	-0,29	-0,31	-0,42	-0,28

Die weiteren Auswirkungen auf das Gesamtinventar werden in Kapitel 3.2.10.1.5 näher beschrieben.

3.2.2.2.6 Geplante Verbesserungen (1.C.1.a)

Siehe Nationaler Flugverkehr, Kapitel 3.2.10.1.

3.2.2.3 Emissionen aus dem internationalen Seeverkehr/ Marine (1.C.1.b)

3.2.2.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.C.1.b)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	T1	NS	CS D (Schmierstoffe)
CH ₄	T1	NS	D
N ₂ O	T1	NS	D
NO _x , CO, NMVOC, SO ₂	T1	NS	D

Die nur nachrichtliche Quellgruppe 1.C.1.b - Internationaler Seeverkehr/Marine ist nicht Teil der Hauptkategorienanalyse.

Der internationale Seeverkehr umfasst neben der Seeschifffahrt auch die Hochseefischerei. Davon abgezogen werden Kraftstoffverbräuche und Emissionen der deutschen Hochseefischerei, welche in Übereinstimmung mit den Anforderungen des IPCC als Teil des nationalen Gesamtinventars unter 1.A.4.c iii – *Andere Sektoren: Fischerei* berichtet werden (siehe quellgruppenspezifische Rückrechnungen unten und Kapitel 3.2.11).

Die Emissionen aus dem Verbrauch von Dieselmotoren und Schweröl sind in der Inventarberechnung berücksichtigt, werden jedoch in Übereinstimmung mit den UNFCCC-Guidelines nicht als Bestandteil der nationalen Gesamtinventare berichtet.

Seit 1984 steigt der Schwerölverbrauch infolge hoher Mineralölpreise für Dieselmotoren sowie des weltweit wachsenden Seeverkehrs und des zunehmenden Einsatzes schwerölfähiger Dieselmotoren.

Der zeitweise Rückgang der Emissionen besonders in 1992 und 2009 wurde durch Handels- und Ölkrisen verursacht.

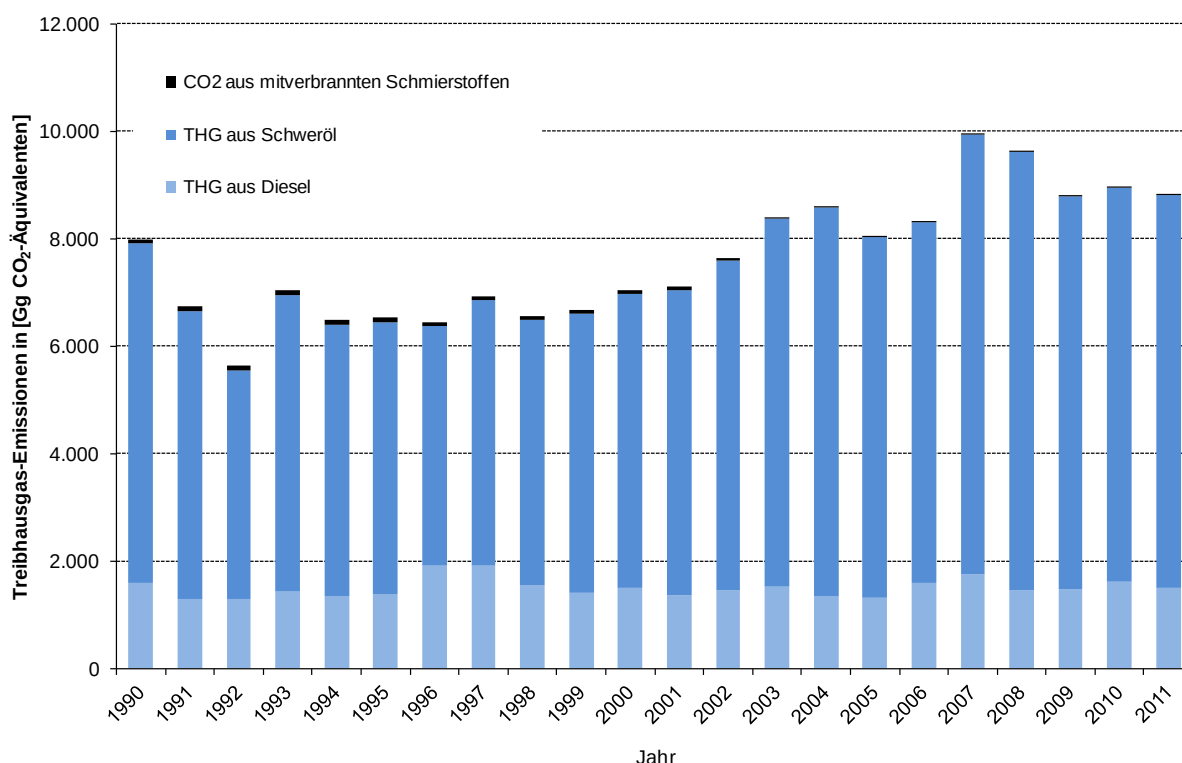


Abbildung 25: Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Internationalen Seeverkehrs 1990 - 2011

3.2.2.3.2 Methodische Aspekte (1.C.1.b)

Deutschland berichtet gemäß Tier 1, das heißt, die Emissionen werden als Produkt aus den in Deutschland verkauften Kraftstoffen und landesspezifischen Emissionsfaktoren für CO₂ sowie Default-Emissionsfaktoren für CH₄ und N₂O berechnet.

Die **Aktivitätsraten** für Bunkerungen seegehender Schiffe stammen grundsätzlich aus den Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland (AGEB, 2012), in denen sie aufgrund abweichender Besteuerung der in den Häfen verkauften Kraftstoffe separat ausgewiesen werden.

Tabelle 23: verwendete Aktivitätsdaten der Nationalen Energiebilanzen

Kraftstoff	Energiebilanzzeile	relevante Jahre
Dieselmotorkraftstoff	6 – Hochseebunkerungen	ab 1990
Heizöl, schwer / Schweröl		

Für Jahre, für die eine Energiebilanz nicht rechtzeitig vorliegt, wird auf die „Amtlichen Mineralölstatistiken für die Bundesrepublik Deutschland“ des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zurückgegriffen (BAFA, 2012: hier Tabelle 6j, Spalte: „Bunker int. Schifffahrt“), die in die Nationalen Energiebilanzen einfließen.

Von diesen statistisch erfassten Mengen wird ein konservativ berechneter Anteil der deutschen Hochseefischerei zugeordnet und damit unter 1.A.4.c iii – *Andere Sektoren: Fischerei* als Teil des nationalen Inventares berichtet (siehe Kapitel 3.2.11).

Tabelle 24: jährliche Bunkermengen (in TJ) des von D ausgehenden internationalen Seeverkehrs

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Schweröl ^{1,2)}	80.230	64.382	69.578	85.370	85.277	104.066	103.830	92.614
Diesel ^{1,3)}	23.336	20.426	21.542	18.636	22.376	24.441	20.300	20.748
an 1.A.4.c iii ⁴⁾	1.928	1.928	1.509	1.098	988	988	988	878
an 1.C.1.b ⁵⁾	21.408	18.498	20.033	17.538	21.388	23.453	19.312	19.870
	2010	2011						
Schweröl ^{1,2)}	93.063	92.663						
Diesel ^{1,3)}	22.483	21.046						
an 1.A.4.c iii ⁴⁾	878	878						
an 1.C.1.b ⁵⁾	21.605	20.168						

¹⁾ jährliche Bunkermengen laut Nationaler Energiebilanz, Zeile 6: Hochseebunkierungen

²⁾ Schweröl: zu 100% dem internationalen Seeverkehr zugeordnet

³⁾ Dieselmotorkraftstoff: aufgeteilt auf internationalen Seeverkehr und dt. Hochseefischfang

⁴⁾ Anteil dt. Hochseefischfang: konservativ berechnet anhand Flottengröße (siehe Kapitel 3.2.11)

⁵⁾ Anteil internationalen Seeverkehr: Bunkermenge laut Energiebilanz abzüglich Anteil 1.A.4.c iii

Zudem werden die Mengen mitverbrannter Schmierstoffe und die daraus resultierenden CO₂-Emissionen erfasst und berichtet. Angaben zum jährlichen Einsatz von Schmierstoffen werden dabei ebenfalls den „Amtlichen Mineralölstatistiken für die Bundesrepublik Deutschland“ entnommen und über einen Heizwert von 40 GJ/t umgerechnet. Die Inlandsablieferungen schwanken dabei über die Jahre unabhängig vom Kraftstoffeinsatz stark (siehe Tabelle 25).

Bisher wird konservativ davon ausgegangen, dass von den eingesetzten Mengen 50 % mitverbrannt werden und somit CO₂-Emissionen zur Folge haben.

Tabelle 25: jährlich durch den von D ausgehenden internationalen Seeverkehr mitverbrannte Schmierstoffe (in TJ)

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Inlandsablieferungen ¹⁾	1.832	2.082	1.627	283	238	47	362	712
davon mitverbrannt ²⁾	916	1.041	814	141	119	24	181	356
	2010	2011						
Inlandsablieferungen ¹⁾	621	216						
davon mitverbrannt ²⁾	310	108						

¹⁾ jährliche Inlandsablieferungen laut BAFA

²⁾ konservative Annahme: 50% mitverbrannt

Bezüglich der CO₂-**Emissionsfaktoren** für Dieselmotorkraftstoff (74.000 kg/TJ) und Schweres Heizöl (78.000 kg/TJ) wird auf die Dokumentation im Anhang 2, Kapitel CO₂-*Emissionsfaktoren*, verwiesen. Für die Mitverbrennung von Schmierstoffen wird derzeit ein IPCC-Default von 80.000 kg CO₂/TJ verwendet.

Für die Berechnung der N₂O-, CH₄-, CO-, NO_x- und NMVOC-Emissionen werden ebenfalls IPCC-Default-Emissionsfaktoren verwendet, die den Revised 1996 IPCC Guidelines (Reference Manual, 1996b: S.1.90 Tabelle 1-48) entnommen wurden.

Hinsichtlich der Mitverbrennung von Schmierstoffen wird dagegen davon ausgegangen, dass diese Emissionen bereits in den Emissionsfaktoren der verwendeten Kraftstoffe abgebildet und damit in den für die einzelnen Kraftstoffe berechneten Emissionen enthalten sind. Bis auf CO₂ werden hier daher alle Emissionsfaktoren für mitverbrannte Schmierstoffe als IE (included elsewhere) berichtet.

3.2.2.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.C.1.b)

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors für Kohlendioxid wird, da es sich um einen allein von der Treibstoffzusammensetzung abhängigen, berechenbaren Wert handelt, als sehr gering angesehen und hier mit $\pm 5\%$ angegeben. Für die Emissionsfaktoren für Methan und Lachgas werden dagegen Default-Unsicherheiten des IPCC genutzt.

3.2.2.3.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.C.1.b)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Eine quellspezifische Verifizierung der CO₂-, Methan- und Lachgas-Emissionsfaktoren erfolgte durch einen Vergleich mit den von anderen Nationen verwendeten Faktoren.

Ein Vergleich der Aktivitätsdaten und Emissionen konnte aufgrund fehlender weiterer nationaler wie internationaler Quellen (z.B. EU-ETS) nicht durchgeführt werden.

3.2.2.3.5 Quellspezifische Rückrechnung (1.C.1.b)

Gegenüber den mit der Submission 2012 übermittelten Daten erfolgten nur marginale Rückrechnungen aufgrund korrigierter Aktivitätsdaten für das Jahr 2010.

Tabelle 26: Korrektur der eingesetzten Menge Schweröl nach Revision der Energiebilanz 2010

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Submission 2012		80.230	64.382	69.578	85.370	85.277	104.066	103.830	92.614	93.063
Submission 2013	[TJ]	80.230	64.382	69.578	85.370	85.277	104.066	103.830	92.614	93.058
Δ absolut		0	0	0	0	0	0	0	0	5
Δ relativ	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01

Tabelle 27: resultierende Neuberechnungen der Treibhausgasemissionen 2010

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Submission 2012		7.993	6.538	7.043	8.047	8.326	9.952	9.637	8.809	8.970
Submission 2013	[Gg CO ₂ -Äq.]	7.993	6.538	7.043	8.047	8.326	9.952	9.637	8.809	8.970
Δ absolut		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Δ relativ	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,004

3.2.2.3.6 Geplante Verbesserungen (1.C.1.b)

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

Frühestens ab 2013 wird voraussichtlich auch in Deutschland gebunkertes LNG zum Einsatz kommen und in zukünftigen Berichterstattungen berücksichtigt.

3.2.3 Lagerhaltung

Im Rahmen eines in Zusammenarbeit mit der Universität Utrecht durchgeführten Forschungsvorhabens (UU STS, 2007) wurden die Emissionen aus der nichtenergetischen Verwendung der in der Wirtschaft eingesetzten Energieträger erstmals für die Jahre zwischen 1990 und 2004 berechnet und mit den für das CO₂-Referenzverfahren

verwendeten Angaben verglichen. Die Zusammenfassung der Ergebnisse ist in Anhang 2, Kapitel 13.9 des NIR 2007 wiedergegeben.

3.2.4 CO₂ Abscheidung von Abgasen und nachfolgende Speicherung (CCS)

Derzeit befindet sich die Abscheidung und Speicherung von CO₂ (CCS) in Deutschland noch in der Erforschungsphase, es gibt einige Pilotanlagen. Einbindungen durch CCS sind gegenwärtig im deutschen Inventar nicht enthalten.

3.2.5 Landesspezifische Besonderheiten

Es liegen keine die Berichterstattung beeinflussenden Besonderheiten vor.

3.2.6 Öffentliche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung (1.A.1.a)

3.2.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.1.a)

CRF 1.A.1.a	Gas	HK	1990		2011		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
all fuels	CO ₂	L	T/T2	339.017,9	(27,83%)	314.159,6	(33,93%)	-7,33%
all fuels	N ₂ O	L	-/T2	3.568,9	(0,29%)	2.631,9	(0,28%)	-26,25%
all fuels	CH ₄	-	T/T2	185.8	(0.02%)	1.684.2	(0.20%)	903.49%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS	NS	CS
CH ₄	Tier 2	NS	CS
N ₂ O	Tier 2	NS	CS
NO _x , CO, NMVOC, SO ₂	CS	NS	CS

Die Quellgruppe der *Öffentlichen Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung* ist für CO₂-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend, für N₂O nur nach dem Level und für CH₄ nur nach dem Trend.

Unter der Quellgruppe 1.A.1.a „Öffentliche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung“ sind im ZSE die Fernheizwerke und die Strom- und Wärmeerzeugung der öffentlichen Kraftwerke zusammengefasst. Anlagen, die den aus Biomasse erzeugten Strom in das öffentliche Netz einspeisen werden ebenfalls der Quellgruppe 1.A.1.a zugeordnet.

In der öffentlichen Elektrizitätserzeugung war 2011 eine Netto-Engpassleistung von ca. 105 GW installiert. Davon wurden ca. 73 GW mit fossilen Energieträgern oder deren Umwandlungsprodukten betrieben. Alle fossil betriebenen Anlagen zusammen erzeugten ca. 318 TWh elektrische Arbeit. Das entspricht ca. 69 % der gesamten öffentlichen Stromerzeugung (ca. 431 TWh). Dabei entfiel allein auf die Brennstoffe Braun- und Steinkohle die Erzeugung von ca. 231 TWh Strom.

Heizkraftwerke trugen im Jahr 2011 zur öffentlichen Versorgung mit einer Nettostromerzeugung von etwa 51 TWh und einer Nettowärmeerzeugung von 107 TWh bei. Ergänzt wird die Fernwärmeversorgung durch ungekoppelte Wärmeerzeugung aus Heizwerken, die meist im Spitzenlastbetrieb betrieben werden, in Höhe von 14 TWh. (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2012a).

Die folgende Graphik zeigt eine Übersicht über die Entwicklung der CO₂-Emissionen in der Quellgruppe 1.A.1.a:

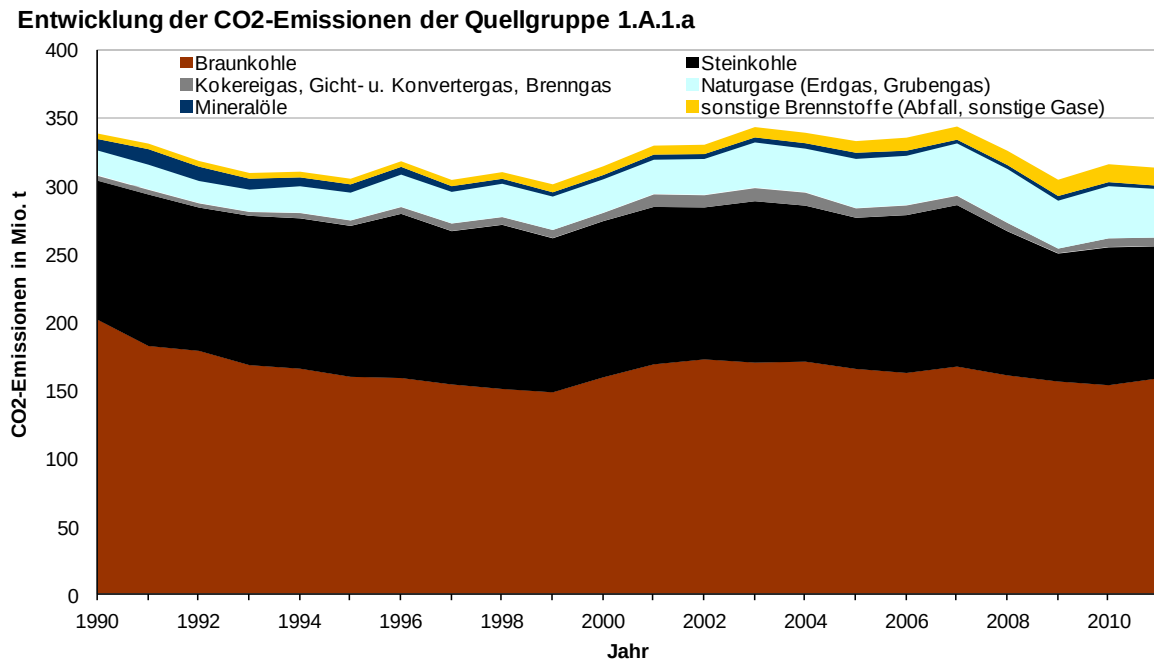


Abbildung 26: Entwicklung der CO₂-Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.a

Insgesamt weisen die Emissionen bis 1999 einen fallenden Trend auf, was im Wesentlichen auf die Schließung vieler braunkohlebefuerter Anlagen in den neuen Bundesländern zurückzuführen ist. Danach wurden einige Anlagen wieder ersetzt, so dass ab dem Jahr 2000 die neu installierte Leistung von Braunkohlenkraftwerken die der vom Netz genommenen überstieg, was wieder zu steigenden Emissionen führte. Insgesamt bleiben die Emissionen aus Braunkohleverstromung dennoch deutlich unter dem Niveau von 1990.

Der Emissionstrend wird im Wesentlichen von der Entwicklung und der Struktur der Stromerzeugungsanlagen geprägt, da diese den Hauptteil der Emissionen ausmachen. Von 1990 bis zum Jahr 1993 sinkt der Stromverbrauch, bedingt durch den Zusammenbruch der Industrie in den neuen Bundesländern. Ab 1994 bis zum Jahr 2007 kommt es zu einer deutlichen Erhöhung des Stromverbrauches in allen Sektoren, was eine Erhöhung der Stromproduktion nach sich zieht. Dadurch steigen auch die Emissionen aus der Stromproduktion. Hinzu kommen steigende Stromexporte, die sich ab 2003 im Saldo bemerkbar machen. Der steigende Trend wird durch den vermehrten Einsatz von Erdgas, die Erhöhung der Anlageneffizienz und die zunehmende Strombereitstellung durch erneuerbare Energieträger abgemildert.

Nach dem Jahr 2007, in dem, aufgrund niedriger Zertifikatspreise besonders viel Kohle zur Stromerzeugung eingesetzt wurde, kommt es bereits 2008 zu einer deutlichen Senkung der Emissionen, was auf einen erhöhten Einsatz von Kernkraft, Erdgas und erneuerbaren Energieträgern zurückzuführen ist. In 2009 zeigt sich deutlich auch in der öffentlichen Energieversorgung der Einfluss der Finanz- u. Wirtschaftskrise. Vor allem die im Mittellastbereich eingesetzten Steinkohlekraftwerke produzierten erheblich weniger Strom und damit auch weniger Emissionen. Damit sinken die Emissionen aus der Steinkohleverbrennung erstmalig unter das Niveau von 1990. Über die Zeitreihe betrachtet

weisen die Steinkohlekraftwerke stärkere Schwankungen beim Brennstoffeinsatz auf, da sie im Gegensatz zur Braunkohle meist im Mittellastbereich gefahren werden und damit deutlicher auf Nachfrageschwankungen reagieren und zum anderen abhängig von Importpreisen sind. Außerdem kam es vor allem ab Mitte der 90er Jahre zu Sektorverschiebungen von der Industrie (1.A.1.c und 1.A.2.f) zur öffentlichen Versorgung (1.A.1.a), da Betreiber vermehrt zur öffentlichen Versorgung meldeten.

Die Mineralöle spielen für die deutsche Stromversorgung nur eine untergeordnete Rolle. Sie werden überwiegend zur Hilfs- und Stützfeuerung in Kohle- und Müllheizkraftwerken und zur Spitzenlasterzeugung eingesetzt. Seit 1990 hat sich der Einsatz mehr als halbiert. Im Jahr 2009 wurde wieder etwas mehr Mineralöl zur Spitzenlasterzeugung eingesetzt, da es im Krisenjahr deutlich preiswerter war als Erdgas.

Der Einsatz von Erdgas zur Stromerzeugung ist seit 1990 sehr deutlich angestiegen, was jedoch nicht in gleichem Maße zum Emissionsanstieg führte, da Erdgas deutlich niedrigere spezifische CO₂-Emissionen aufweist als Kohle. Der signifikante Anstieg des Erdgaseinsatzes ab 2005 ist insbesondere auf die Inbetriebnahme einer ganzen Reihe von großen GuD- und mittleren Gasturbinenkraftwerken zurückzuführen. Darüber hinaus wird Erdgas zunehmend als Regelenergie für die Stromerzeugung aus fluktuierenden erneuerbaren Energien genutzt. Der Einsatz von Abfällen in Müllverbrennungsanlagen und zur Mitverbrennung nimmt aufgrund der Gesetzesänderungen seit 1990 ebenfalls zu. Die zusätzlichen Emissionen durch vermehrten Einsatz von Abfällen führen zur Vermeidung von Methanemissionen aus Deponien. Die Nutzung von Industriegasen zur Stromerzeugung ist zum einen produktionsabhängig, wie das Krisenjahr 2009 zeigt, zum anderen auch davon abhängig, ob die Betreiber im Rahmen der statistischen Erhebungen zur Industrie oder zur öffentlichen Versorgung melden. Insgesamt gibt es bei allen Brennstoffen immer wieder Wechsel der Sektorzuordnung.

Aufgrund der wirtschaftlichen Erholung stieg im Jahr 2010 die Stromerzeugung aus fast allen fossilen Energieträgern z.T. sehr deutlich an, was zu einer Erhöhung der CO₂-Emissionen führte. Dennoch blieben die Emissionen aus der Stromerzeugung noch unter dem Niveau von 2008. Als weiterer Grund für die Steigerung der CO₂-Emissionen im Jahr 2010 ist der kalte Winter zu nennen. Die erhöhte Wärmenachfrage führte zu einem höheren Brennstoffeinsatz in Fernheizwerken.

Im Jahr 2011 blieben die CO₂ Emissionen aus der öffentlichen Stromerzeugung im Vergleich zum Vorjahr nahezu unverändert, obwohl erheblich weniger Strom aus Kernenergie produziert wurde. Dieser Effekt ist im Wesentlichen mit einer deutlichen Steigerung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern sowie mit einer Verringerung der Stromexporte zu erklären. Insgesamt kommt es im Sektor öffentliche Energieerzeugung im Vergleich zu 2010 zu einem leichten Rückgang der CO₂ Emissionen, da aufgrund des milder Winters weniger Fernwärme benötigt wurde..

3.2.6.2 Methodische Aspekte (1.A.1.a)

Aktivitätsraten

Die Auswahl der Berechnungsmethode ist auf Basis der aktuellen Hauptkategorienanalyse erfolgt und steht im Einklang mit dem Entscheidungsbaum der IPCC Good Practice Guidance.

Der Brennstoffeinsatz zur öffentlichen Stromerzeugung ist in der Energiebilanz in Zeile 11 („Öffentliche Wärmekraftwerke“) angegeben. Der Brennstoffeinsatz zur öffentlichen Wärmeerzeugung findet sich in den Zeilen 15 („Heizkraftwerke“) und 16 („Fernheizwerke“).

Die in der Energiebilanz verbuchten Energieeinsätze werden im Modell „Bilanz der Emissionsursachen“ mit Hilfe statistischer Daten nach verschiedenen Kriterien auf mehrere Zeitreihen aufgeteilt. Ziel der Berechnungen ist es, eine an die technischen Belange der Strom- und Wärmeerzeugung angepasste Datenbasis zu schaffen. Folglich können brennstoff- und technikspezifische Emissionsfaktoren auf die Aktivitätsraten angewendet werden.

Die Aktivitätsraten für die Neuen Bundesländer wurden für das Jahr 1990 bereits zur Berichterstattung 2006 im Rahmen des Forschungsprojektes (FKZ 205 41 115 / Teilvorhaben A „Überarbeitung und Dokumentation der Brennstoffeinsätze für stationäre Feuerungsanlagen in den neuen Bundesländern für das Jahr 1990“) überarbeitet und dokumentiert.

Im Fall der Strom- und Wärmeerzeugung in Müllverbrennungsanlagen der öffentlichen Kraftwerke, sowie der Wärmeerzeugung in Müllverbrennungsanlagen der öffentlichen Fernheizwerke werden für die Bestimmung der Aktivitätsraten für Haus- und Siedlungsabfälle und Industriemüll sowohl Aktivitätsraten aus der Energiebilanz, als auch aus der Abfallstatistik (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, FS 19 Reihe 1) verwendet.

Bisher enthielten sowohl die Energiestatistik als auch die Energiebilanz deutlich geringere Abfallmengen als die Abfallstatistik des Statistischen Bundesamtes (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, FS 19 Reihe 1). In den letzten Jahren hat sich die Datenlage der Energiestatistik deutlich verbessert. Differenzierte Brennstoffangaben machen es möglich feste Biomasse (vornehmlich Alt- und Restholz), biogene Gase, Klärschlamm und Abwärme heraus zu rechnen. Industriemüll taucht als Brennstoffkategorie erstmalig seit dem Jahr 2008 in der Energiestatistik auf. Um alle Brennstoffeinsätze beim Abfall möglichst vollständig zu erfassen, kann dennoch nicht auf Zusatzdaten aus der Abfallstatistik verzichtet werden, um die Lücke zur Energiestatistik zu schließen.

Der fossile und biogene Anteil von Hausmüll/Siedlungsabfall wird seit dem NIR 2006 im Verhältnis 1:1 separat ausgewiesen. Beim Industriemüll variiert die fossile/biogene Zusammensetzung je nach Art der Anlage, so wird der biogene Anteil für den Einsatz zur Mitverbrennung in Braun- und Steinkohlekraftwerken und für den Einsatz zur Strom- und Wärmeversorgung in Ersatzbrennstoffkraftwerken der öffentlichen Versorger getrennt ausgewiesen.

Die bisherigen Annahmen zum biogenen Anteil von Klärschlamm wurden beibehalten.

Die Aktivitätsraten der anderen Brennstoffe werden direkt aus der Energiebilanz entnommen. Sofern statistische Anhaltspunkte oder Expertenschätzungen vorliegen werden die Brennstoffeinsätze zusätzlich in zwei Größenklassen (Verbrennungsanlagen kleiner und größer 50 MW) eingeteilt. Die Einteilungsgrenze geht auf gesetzliche Vorschriften zur Genehmigung von Feuerungsanlagen in der Bundesrepublik Deutschland zurück.

Seit dem NIR 2011 werden die CO₂-Emissionen aus der Gichtgasverbrennung in öffentlichen Kraftwerken in der Quellgruppe 1.A.1.a berichtet. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die entsprechenden Emissionen aus der Gichtgasnutzung über die gesamte Zeitreihe seit 1990.

Tabelle 28: CO₂-Emissionen aus der Gichtgasverbrennung in öffentlichen Kraftwerken

[Mio. t CO ₂]									
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
3,236	3,283	3,008	2,719	3,744	3,745	4,796	5,282	5,440	5,782
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
5,930	9,243	8,990	9,723	9,597	6,866	7,112	6,578	5,858	3,317
2010	2011								
6,228	6,085								

Emissionsfaktoren (außer CO₂)

Datengrundlage für die verwendeten Emissionsfaktoren ist der Bericht zum Forschungsvorhaben "Ermittlung und Evaluierung von Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen in Deutschland für die Jahre 1995, 2000 und 2010" (RENTZ et al, 2002). Die Werte für die Zwischenjahre 1996 - 1999 und 2001 - 2009 werden durch lineare Interpolation ermittelt. Das Vorhaben sowie die lineare Interpolation für die Zwischenjahre ist ebenfalls die Grundlage für die Emissionsfaktoren der Kapitel 3.2.7, 3.2.8, 3.2.9.6 und 3.2.10.5, soweit dort Kraftwerke, Gasturbinen oder Kesselfeuerungen zur Bereitstellung von Dampf, Heiß- und Warmwasser mit enthalten sind. Das Forschungsvorhaben wurde ausgeführt vom Deutsch-Französischen Institut für Umweltforschung (DFIU) an der Universität Karlsruhe und Ende 2002 abgeschlossen. Ziel des Vorhabens war die Ermittlung und Evaluierung repräsentativer Emissionsfaktoren für die wesentlichen Luftschadstoffe aus genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen in der Bundesrepublik Deutschland, gültig für die Jahre 1995, 2000 und 2010. Dies beinhaltet in erster Linie eine Analyse und Charakterisierung der Emittentenstruktur und der damit verknüpften Emissionsfaktoren für das Jahr 1995 und eine adäquate Fortschreibung dieser Daten für die Jahre 2000 und 2010. Systematisch werden auf diese Weise Emissionsfaktoren für die Stoffe SO₂, NO_x, CO, NMVOC, Staub und N₂O ermittelt. Dabei wird zwischen 12 Kohlenbrennstoffen, 4 flüssigen Brennstoffen, 7 gasförmigen Brennstoffen sowie Brennholz unterschieden. Darüber hinaus werden die verfügbaren Daten an Emissionsfaktoren weiterer Stoffe zusammengestellt; dazu gehören PAH, PCDD/F, As und Cd für genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen sowie CH₄ für Gasturbinen und genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen, die unter die TA Luft fallen. Informationen zur Vorgehensweise des Forschungsvorhabens sind im Anhang 3 dargestellt (Kapitel 19.1.2)

Wir haben im Zuge eines größeren Forschungsvorhabens, das Ende 2008 gestartet ist und im Jahre 2011 abgeschlossen werden konnte (FICHTNER et al. 2011), mit der Aktualisierung der beschriebenen Datengrundlage für Emissionsfaktoren (außer CO₂) begonnen. Bezugsjahr für die Vorschlagswerte ist das Jahr 2004; davon ausgehend werden Prognosewerte für Emissionsfaktoren für die Jahre 2010, 2015 und 2020 ermittelt. Auf der Grundlage der Forschungsergebnisse hatten wir bereits im Jahre 2011 eine größere Anzahl von Zeitreihen - vorwiegend im Bereich von Kohle einsetzenden Anlagen - für die Emissionsfaktoren von SO₂ (außer Braunkohle), NO_x und Quecksilber aktualisiert. Diese Arbeiten haben wir im Jahre 2012 fortgesetzt mit Fokus auf die N₂O-Emissionsfaktoren; ferner haben wir die SO₂-Emissionsfaktoren für die Braunkohlen aktualisiert. Die Aktualisierung von weiteren Emissionsfaktoren-Zeitreihen werden wir im Zuge künftiger Inventarberichte vornehmen und berichten.

N₂O unterliegt in Deutschland nur in Ausnahmefällen der Überwachung; aus diesem Grunde liegen keine regelmäßigen Messdaten vor. Allerdings wurde das Emissionsverhalten bei Einsatz von Stein- und Braunkohlen, insbesondere bei Einsatz in Wirbelschichtfeuerungen und insbesondere in den 90er Jahren gezielt untersucht. Das Vorhaben FICHTNER et al 2011 hat die bisher verwendeten Werte überprüft und aktualisiert. Tabelle 36 zeigt die Ergebnisse für große Anlagen der öffentlichen Kraftwerke (Feuerungswärmeleistung 50 Megawatt oder mehr), die Tabelle 37 die Ergebnisse für kleinere Anlagen der Energiewirtschaft und der Industrie.. Auf Grundlage dieser Werte wurden die quellgruppenspezifischen Emissionsfaktoren für das ZSE berechnet.

Tabelle 29: Technologische Emissionsfaktoren für Lachgas aus GFA

Brennstoff / Feuerungstechnologie	N ₂ O-Emissionfaktor [kg/TJ]
Öffentliche Kraftwerke:	
Steinkohle / Trockenfeuerung	1,0
Steinkohle / Schmelzkammerfeuerung	1,9
Braunkohle / Trockenfeuerung	3,5
Flüssigbrennstoff / Kesselfeuerungen	1,0
Erdgas / Kesselfeuerungen	0,5
Industriekraftwerke, Industriekessel und Fernheizwerke:	
Steinkohle / Trockenfeuerung	1,0
Steinkohle / Schmelzkammerfeuerung	2,0
Steinkohle / Wirbelschichtfeuerung	20
Steinkohle / Rostfeuerung	4,0
Braunkohle / Trockenfeuerung	3,4
Braunkohle / Wirbelschichtfeuerung	8,0
Braunkohle / Rostfeuerung	3,5
Flüssigbrennstoff / Kesselfeuerungen	1,0
Erdgas / Kesselfeuerungen	0,5
Gasturbinen und Gas- und Dampfturbinenanlagen:	
Erdgas	1,7
leichtes Heizöl	2,0

Für Anlagen < 50 MW FWL dienten die in Tabelle 30 niedergelegten Daten aus dem Forschungsvorhaben RENTZ et al (2002) als Grundlage. In eckigen Klammern ist der Median angegeben.

Tabelle 30: Technologische Emissionsfaktoren für Lachgas aus Anlagen < 50 MW FWL

Brennstoff / Feuerungstechnologie	N ₂ O-Emissionfaktor [kg/TJ]
Kesselfeuerungen bei Einsatz von:	
Steinkohle	10,0
Braunkohle	10,7
Biomasse	3,0
leichtem Heizöl	1,1
schwerem Heizöl	3,0
Erdgas	0,6
Gasturbinen und Gas- und Dampfturbinenanlagen:	
Erdgas	1,7
leichtes Heizöl	2,0

Informationen zu den prozessbedingten CO₂-Emissionen aus der Abgasreinigung (REA) von Großfeuerungsanlagen liefert der Anhang 3 im Kapitel 19.1.2.3.

Erstmals konnten für die Berichterstattungsrunde 2011 in dem von IZT durchgeführten Forschungsvorhaben: „Aufbereitung von Daten der Emissionserklärungen gemäß 11.BImSchV“ spezielle CH₄-Emissionsfaktoren für Gasmotoren ermittelt werden. Der Durchschnittswert für den Brennstoff Erdgas liegt mit 309 kg/TJ sehr deutlich über den bis

dahin verwendeten Wert von 0,3 kg/TJ, der in etwa dem Wert für Dampfturbinenkraftwerken entspricht. Der hohe Methanschluß, der durch ein Entweichen von unverbranntem Erdgas entsteht, konnte durch Daten aus der Emissionsüberwachung bestätigt werden. Die Messwerte können abhängig von der Art des Motors und dem Wartungszustand erheblich schwanken. Für Biogas, Klärgas, Deponiegas und Grubengas wurde ein durchschnittlicher CH₄-Emissionsfaktor von 185 kg/TJ ermittelt, der zumindest für Biogas ebenfalls durch Angaben aus der Emissionsüberwachung bestätigt werden konnte. Aufgrund der geringeren Methangehalte in den biogenen Gasen ist der Faktor geringer als bei Erdgas anzusetzen.

3.2.6.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.1.a)

Unsicherheiten für die Aktivitätsraten wurden erstmals für das Berichtsjahr 2004 bestimmt (Forschungsprojekt FKZ 204 41 132, UBA). Die Methode zur Bestimmung der Unsicherheiten ist im Anhang 2, Kapitel 13.6 des NIR 2007 beschrieben.

Weitere Aspekte zur Zeitreihenkonsistenz der Aktivitätsraten werden in Kapitel 18.4 und Kapitel 18.6 erläutert.

Die Angaben für die Unsicherheit des CO₂-Emissionsfaktors und deren statistische Verteilungsfunktion wurden vom Umweltbundesamt geschätzt. Die Zahlenwerte stützen sich auf die Spannweite der Kohlenstoffgehalte der einzelnen Brennstoffe.

Im Rahmen des in Kapitel 3.2.6.2 genannten Vorhaben RENTZ et al (2002) und FICHTNER et al (2011) wurde die Unsicherheit der ermittelten Emissionsfaktoren evaluiert.

3.2.6.3.1 Methodik zur Bestimmung der Unsicherheiten der Emissionsfaktoren

Die Unsicherheit von Emissionsdaten beruht auf mehreren Ursachen. Dies sind die *Genauigkeit*, beeinflusst durch zufällige und systematische Fehler im Rahmen einer Emissionsmessung sowie die Vollständigkeit der Datenbasis hinsichtlich fehlender Messungen. Hinzu kommt die *Variabilität* der Emissionen. Hier ist zu unterscheiden zwischen der Variabilität der Emission einer Anlage innerhalb des Betrachtungszeitraumes (*intra-plant variability*) und dem unterschiedlichen Emissionsverhalten der verschiedenen betrachteten Quellen (*inter-plant variability*).

Bei der Berechnung von Emissionen mit Hilfe von Emissionsfaktoren kommen weitere Quellen möglicher Unsicherheiten hinzu. Im Rahmen der IPCC-GPG (2000: Kapitel 6) werden jeweils an die Datenverfügbarkeit angepasste Methoden vorgeschlagen:

Beim Vorliegen *kontinuierlicher Messungen* sollten Unsicherheiten über die direkte Bestimmung statistischer Kennzahlen wie Standardabweichung und 95%-Vertrauensbereich charakterisiert werden.

Bei der Ermittlung *anlagenspezifischer Emissionsfaktoren* sollten vor Ort verfügbare Messwerte herangezogen werden. Hinzu kommt das Einbeziehen von Sonderbetriebszuständen (An- und Abfahrvorgänge) und Lastwechseln sowie eine Überprüfung der Repräsentativität verfügbarer Messdaten im Hinblick auf das Emissionsverhalten der Anlage.

Bei der Verwendung von *Emissionsfaktoren aus der Literatur* sollten alle dort gemachten Angaben zur Datenqualität genutzt werden. Weiterhin ist die Übertragbarkeit zu prüfen, inwieweit der Emissionsfaktor für die Situation im Untersuchungsgebiet repräsentativ ist. Ist dies nicht gegeben, sollte vielmehr eine Expertenschätzung vorgenommen werden.

Auf die Verwendung von *Expertenschätzungen* wird grundsätzlich verwiesen, wenn verfügbare empirische Daten für eine Quantifizierung nicht ausreichen. Eine beispielhafte Erläuterung wurde im Anhang 3 in Kapitel 14.1.2.2 im NIR 2007 gegeben.

3.2.6.3.2 Ergebnis für N₂O

Die Einzelbewertungen der Unsicherheiten der N₂O-Emissionsfaktoren sind in dem Abschlußbericht des Forschungsvorhabens (FICHTNER et al, 2011) dargestellt. Im Zuge einer durch den Forschungsnehmer vorgenommenen Monte-Carlo-Simulation wurden für die prozentuale Unsicherheit im CRF-Bereich 1.A.1.a (und ebenso in den Bereichen 1.A.1.b, 1.A.1.c und 1.A.2.f / all other) Unsicherheiten von bis zu +/- 50 % angegeben (Anmerkung: bei Angabe von +/- -Bereichen ist der Wert durch 2 zu teilen, vergleiche IPCC-GPG (2000: Kapitel 6, S. 6.14); dabei gehen wir wie bisher von einer uniformen Verteilung der Unsicherheiten aus.

3.2.6.3.3 Ergebnis für CH₄

Feuerungsanlagen unterliegen hinsichtlich der CH₄-Emissionen in Deutschland keiner Überwachung, aus diesem Grunde liegen keine systematischen Messdaten vor. Herangezogen wurden daher die in Deutschland und der Schweiz verfügbaren Einzelinformationen. Infolge dieser eingeschränkten Datenlage wurde im Forschungsvorhaben von einer systematischen Zuordnung zu den dort behandelten Quellgruppen (vergleiche Kapitel 3.2.6.2) abgesehen. Die im Forschungsvorhaben RENTZ et al (2002) ermittelten Einzelangaben zu CH₄-Emissionsfaktoren sind im Anhang 19.1.2.2 zusammengestellt. Bisher wurden die dort ausgewiesenen Faktoren für Steinkohle beim Einsatz in Feuerungsanlagen < 50 MW (Mittelwert für D: 3,35 kg/TJ) sowie für leichtes Heizöl und für Erdgas beim Einsatz in Gasturbinen in das ZSE für die Jahre ab 1995 übernommen. Eine Überprüfung und Übernahme der übrigen Vorschläge des Vorhabens steht noch aus. Für diese Brennstoffe werden die bisherigen im ZSE bereits enthaltenen Emissionsfaktoren unverändert weiterverwendet (feste Brennstoffe: 1,5 kg/TJ, flüssige Brennstoffe 3,5 kg/TJ und gasförmige Brennstoffe 0,3 kg/TJ).

Im Zuge einer durch den Forschungsnehmer vorgenommenen Expertenschätzung gemäß Tier 1 der IPCC-GPG (2000: Kapitel 6) wurde für die prozentuale Unsicherheit in der Quellgruppe 1.A.1a (und ebenso in den Quellgruppen 1.A.1b, 1.A.1c und 1.A.2f / all other) eine obere Grenze von +/- 50 % geschätzt; dabei gehen wir - ebenso wie bei N₂O - von einer uniformen Verteilung der Unsicherheiten aus.

3.2.6.3.4 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren

Die Emissionsfaktoren für N₂O wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens (FICHTNER et al 2011) für den Zeitpunkt 2004 (Bezugsjahr) ermittelt. Das Forschungsvorhaben sieht keine Anhaltspunkte für zeitliche Änderungen für den einzelnen Emissionsfaktor. Frühere Annahmen, dass zumindest die Werte für Gasturbinen zeitvariabel sein können, haben sich nicht bestätigt. Aus diesem Grunde haben wir für jede Zeitreihe konstante Werte für den Zeitraum 1995 bis 2011 eingesetzt und diese Werte auch als Prognosewerte bis 2020 angenommen

Die Zeitreihen für N₂O zwischen 1995 und 2011 sind vor diesem Hintergrund insgesamt als konsistent zu bewerten. Die Zeitreihen der CH₄-Emissionsfaktoren für die Jahre 1995 bis 2011 wurden ebenfalls geprüft und als in sich konsistent bewertet.

Zum Zeitraum von 1990 bis 1994 haben wir im NIR 2009 berichtet.

Zur Sicherung der Zeitreihenkonsistenz wurden die für Verbrennungsmotoranlagen ermittelten CH₄-Emissionsfaktoren bis 1990 zurückgeschrieben. Es ist zwar davon auszugehen, dass der Methanschluß Anfang der 90er Jahre noch deutlich höher lag, als bei modernen Motoranlagen, es liegen für diesen Zeitraum jedoch zu wenig Messwerte vor.

Da für die meisten biogenen Brennstoffe erst ab dem Jahr 2003 statistische Daten zum Brennstoffeinsatz vorliegen, kann für diese Brennstoffe keine konsistente Zeitreihe ab 1990 vorgelegt werden. Das hat ausschließlich Auswirkungen auf den Trend der CH₄-Emissionen, der ab dem Jahr 2003 steil ansteigt.

3.2.6.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.1.a)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden für die EF und ED von Methan und Lachgas und die AR durchgeführt.

Für Kohlendioxid wurde eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung durch die Nationale Koordinierungsstelle durchgeführt.

Zur Dokumentation ihrer Qualitätssicherungsmaßnahmen bei der Erstellung der Energiebilanzen legt die AGEB dem Umweltbundesamt entsprechende Qualitätsberichte der vor (siehe Kapitel 18.4.2). Seit dem Jahr 2012 führt die AGEB systematische Vergleiche zwischen der Schätzbilanz 2011 (vorläufig) mit der Energiebilanz 2010 (endgültig) durch (siehe Kapitel 18.4.2). Außerdem wurde eine Dokumentation zur Überarbeitung der Energiebilanzen ab dem Jahr 2003 im Internet veröffentlicht²⁰.

Die Qualitätssicherung der amtlichen Statistik erfolgt über ein internes Qualitätssystem, dessen Qualitätsberichte innerhalb der Internetveröffentlichungen des *Statistischen Bundesamtes* einsehbar sind.

Zusätzlich zu diesen Maßnahmen findet eine Einbindung der AGEB in den jährlichen Überprüfungsprozess sowie ein regelmäßiger Erfahrungsaustausch mit der AGEB im Rahmen ihrer regelmäßiger Sitzungen statt, bei denen UBA regelmäßig als Gast vertreten ist. Hier werden methodische Fragen angesprochen und es erfolgt ein genereller Austausch, der dem besseren Verständnis der Datenerhebung sowie der Verifizierung der Daten dient.

Die generellen qualitätssichernden Maßnahmen zu den Emissionsfaktoren von Feuerungsanlagen im Rahmen der Forschungsvorhaben RENTZ et al (2002) und FICHTNER et al (2011) sind in der Methodikbeschreibung im Anhang 3, Kapitel 19.1.2.1 (hinter Abbildung 81) dargestellt. Ihre Ergebnisse wurden im NIR 2005 berichtet.

3.2.6.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.1.a)

Für die Quellgruppe 1.A.1.a ergeben sich ab dem Jahr 2004 Rückrechnungen aufgrund der Überarbeitung des Abfallmodells.

²⁰ AG Energiebilanzen: Erläuterungen zur Revision der Energiebilanzen 2003 – 2006 URL: <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=63> (Aufruf vom 30.10.2009)

Außerdem wurden die vorläufigen Werte für das Jahr 2010 durch die nun vorliegenden endgültigen Statistiken ersetzt, was ebenfalls zu Rückrechnungen führte.

Tabelle 31: Quellspezifische Rückrechnungen CRF 1.A.1.a

Einheit [Gg] Jahr	NIR 2012 gesamt	NIR 2013 gesamt	Abweichung absolut					Abweichung relativ gesamt
			gas	liquid	other	solid	gesamt	
2004	340.557	340.147	0	0	-410	0	-410	-0,12%
2005	334.035	333.999	0	0	-36	0	-36	-0,01%
2006	335.958	336.475	0	0	517	0	517	0,15%
2007	344.300	344.622	0	0	322	0	322	0,09%
2008	326.016	326.673	0	0	657	0	657	0,20%
2009	304.603	305.426	0	0	824	0	824	0,27%
2010	315.558	316.843	-53	-34	2.021	-648	1.286	0,41%

3.2.6.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.1.a)

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

3.2.7 Mineralölraffinerien (1.A.1.b)

3.2.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.1.b)

CRF 1.A.1.b	Gas	HK	1990		2011		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
all fuels	CO ₂	L	T/T2	20.005,9	(1,64%)	18.380,0	(1,99%)	-8,13%
all fuels	N ₂ O	-	-	121,7	(0,01%)	59,4	(0,01%)	-51,15%
all fuels	CH ₄	-	-	13,3	(0,00%)	6,5	(0,00%)	-50,69%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS	NS	CS
CH ₄	Tier 2	NS	CS
N ₂ O	Tier 2	NS	CS
NO _x , CO, NMVOC, SO ₂	CS	NS	CS

Die Quellgruppe der *Mineralölraffinerien* ist für CO₂-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend.

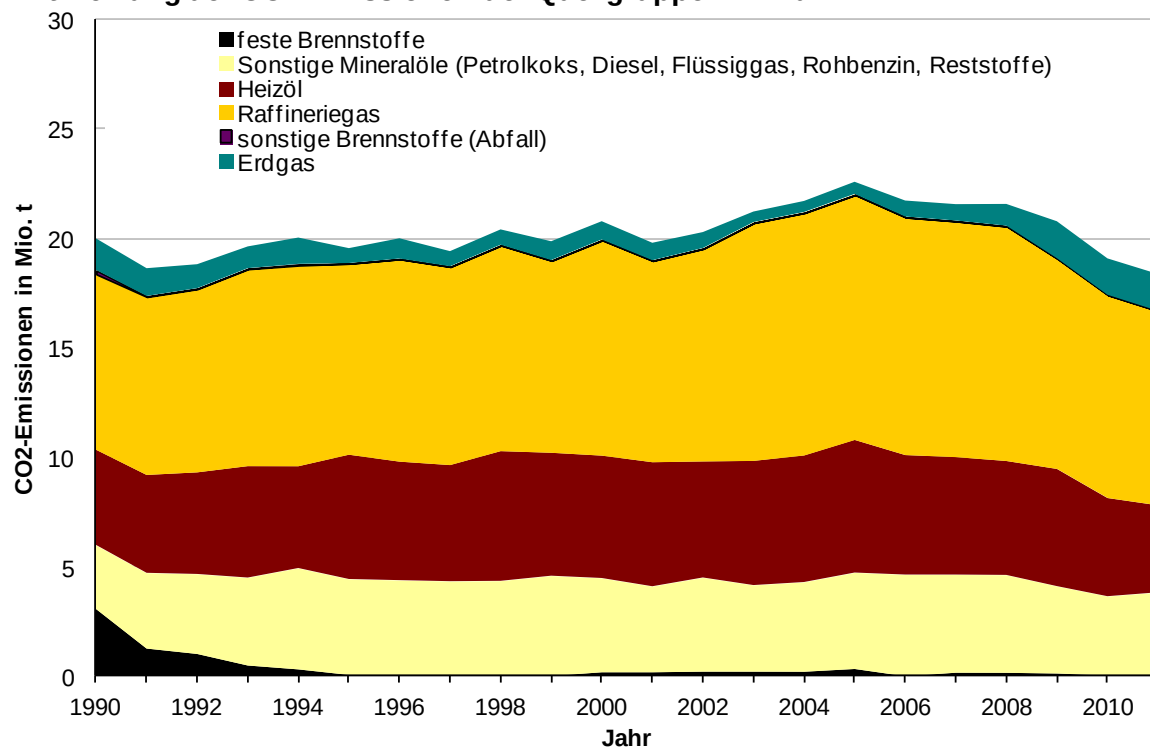
Die oben angegebenen Werte gelten für Raffineriekraftwerke (Teil der Quellgruppe 1.A.1.b).

Die Rohöldestillationskapazität der deutschen Mineralölraffinerien betrug im Jahr 2011 rund 117,6 Mt. In diesem Zeitraum wurden 93 Mt Rohöl und 12Mt Zwischenprodukte zur Weiterverarbeitung eingesetzt. Die Erzeugung an Mineralölprodukten betrug insgesamt 129,4Mt, davon entfielen ca. 62,0 Mt auf Kraftstoffe, ca. 23,9 Mt auf Heizöle, ca. 14,2 Mt auf Naphtha und ca. 29,3 Mt auf andere Produkte. (MWV, 2012, Tab PRE1.1, Tab 4, Tab 5j).

In der Mineralölverarbeitung werden Kraftwerke mit einer elektrischen Leistung von etwa 1,4 GW. Diese Kraftwerke erzeugten im Jahr 2010 6,5 TWh Strom. (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2011c).

Der Quellgruppe 1.A.1.b Raffinerien sind im ZSE die Raffinerie-Unterfeuerungen sowie die Strom- und Wärmeerzeugung der Raffineriekraftwerke zugeordnet.

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über den Emissionsverlauf der Quellgruppe 1.A.1.b:

Entwicklung der CO₂-Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.bAbbildung 27: Entwicklung der CO₂-Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.b

Seit dem Jahr 1990 zeigen die Emissionen insgesamt einen leicht steigenden Trend. Seit 1990 kam es in diesem Sektor zwar auch zu Anlagenschließungen, wenn auch in deutlich geringerem Umfang wie im Stein- u. Braunkohlenbergbau, dennoch wurde die Produktion erhöht. Die Anlageneffizienz wurde zwar verbessert - allerdings führten im Gegenzug die vermehrte Produktion leichterer Mineralölprodukte sowie die verstärkte Tiefenentschwefelung zu Erhöhung der spezifischen Brennstoffverbräuche. Die Emissionsschwankungen über die Jahre lassen sich durch die unterschiedlichen Produktionsmengen erklären. Das bisherige Produktionsmaximum an Mineralölprodukten lag in 2005 bei insgesamt 123,6 Mio. t, was zu entsprechend hohen Emissionen führte. Danach sank die Produktion, bis auf 103,3 Mio. t Mineralölprodukte in 2011, was wiederum zu sinkenden Emissionen führte. Die Mineralölverarbeitung ist eine der wenigen Branchen in Deutschland die von der konjunkturellen Erholung nicht profitiert. Das liegt an einer weltweit noch immer schwierigen Marktlage aufgrund von Überkapazitäten, vor allem in Europa. Eine deutsche Raffinerie stellte bereits 2010 ihren Betrieb ein. Dadurch konnte die Auslastung der Deutschen Raffinerien im Jahr 2011 etwas gesteigert werden. Insgesamt wurde aber aufgrund der gesunkenen Nachfrage nach Mineralölprodukten weniger produziert. Der damit verbundene geringere Eigenverbrauch führte zu einer weiteren Abnahme der Emissionen.

3.2.7.2 Methodische Aspekte (1.A.1.b)**Aktivitätsraten**

Der Brennstoffeinsatz zur Stromerzeugung in Raffineriekraftwerken ist in der Energiebilanzzeile 12 („Industriewärmekraftwerke“) mit enthalten. Die Energiebilanzzeilen 38 und 39 weisen den Energieverbrauch (zur Wärmeerzeugung) der Raffinerien und der

Altölverarbeitungsanlagen aus. Aus diesen Angaben werden die Brennstoffeinsätze für die Wärmeerzeugung in Raffineriekraftwerken und für die Raffinerie-Unterfeuerungen abgeleitet.

Die Zeitreihenstruktur, wie sie durch die Aufteilung der Energieeinsätze aus der Energiebilanz im BEU-Modell entsteht, zeigt die Abbildung „Strukturzuordnung 1.A.1.b Raffinerien“.

Zur Ermittlung der Aktivitätsraten werden für die Raffinerien Angaben zu Brennstoffeinsätzen zur Strom- und Wärmeerzeugung in der Mineralölverarbeitung des Statistischen Bundesamtes und des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zu Hilfe genommen.

Die Statistiken des BAFA enthalten Angaben zu Brennstoffeinsätzen der Raffinerien insgesamt (Raffinerien und Altölverarbeitung). Zur Berechnung der Aktivitätsraten zur Stromerzeugung wird von diesem Wert der Energieeinsatz zur Wärmeerzeugung (EBZ 38) abgezogen. Damit ist bekannt, welche Menge des Energieeinsatzes in der Energiebilanzzeile 12 den Raffineriekraftwerken zuzuordnen ist.

Die Angaben des Statistischen Bundesamtes zur Strom- und Wärmeerzeugung in Raffineriekraftwerken können nicht direkt übernommen werden, da sich die Erhebungsmethoden zwischen BAFA und *Statistischem Bundesamt* unterscheiden. Während das BAFA lediglich den Eigenverbrauch der Raffinerien ausweist, werden in der vom *Statistischen Bundesamt* herausgegebenen Statistik 067 und 060 alle in Raffineriekraftwerken eingesetzten Brennstoffe verbucht. Da Raffineriekraftwerke auch Strom in das öffentliche Netz einspeisen, sind die Angaben des Statistischen Bundesamtes höher als die des BAFA. Weiterhin gibt es Unterschiede in der Definition der Brennstoffe Heizöl, schwer und Andere Mineralölprodukte. Dabei weist das Statistische Bundesamt insgesamt eine höhere Menge an Anderen Mineralölprodukten und eine geringere Menge an schwerem Heizöl als das BAFA aus. Die Energiebilanz orientiert sich an der Mineralölbilanz des BAFA. Zur Aufrechterhaltung der Konsistenz mit der Energiebilanz, wird aus den Angaben des Statistischen Bundesamtes ein Verhältnis berechnet, welches den Brennstoffeinsatz zur Wärmeerzeugung in Raffineriekraftwerken zum Brennstoffeinsatz zur Stromerzeugung in Raffineriekraftwerken brennstoffspezifisch in Relation setzt. Zusammen mit dem Brennstoffeinsatz in Raffineriekraftwerken zur Stromerzeugung lässt sich nun mit Hilfe dieses Faktors der Brennstoffeinsatz in Raffineriekraftwerken zur Wärmeerzeugung aus dem beim BAFA angegebenen Brennstoffverbrauch errechnen.

Die Aktivitätsraten zur Raffinerie-Unterfeuerung bestimmen sich als Differenzbetrag beim Abzug des Brennstoffeinsatzes in Raffineriekraftwerken zur Wärmeerzeugung vom Endenergieverbrauch der Raffinerien (EBZ 38 Raffinerien).

Der Energieeinsatz in Anlagen der Altölverarbeitung (EBZ 39) wird unter 1.A.1.c „Übriger Umwandlungsbereich“ berichtet.

Emissionsfaktoren (außer CO₂)

Die Emissionsfaktoren für Raffineriekraftwerke sind den Forschungsvorhaben RENTZ et al (2002) und FICHTNER et al (2011) entnommen. Eine ausführliche Beschreibung der Vorgehensweise ist dem Kapitel 3.2.6.2 in Verbindung mit dem Kapitel 19.1.2.1 im Anhang 3 zu entnehmen. Für die Prozesswärme bereitstellenden Unterfeuerungen liefert das zitierte Vorhaben keine Emissionsfaktoren. Ersatzweise werden daher für Unterfeuerungen

dieselben Werte für N₂O und CH₄ gewählt, die auch für Raffineriekraftwerke angesetzt werden.

3.2.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.1.b)

Erstmals wurden im Berichtsjahr 2004 für die Aktivitätsraten Unsicherheiten bestimmt (Forschungsvorhaben 204 41 132, UBA). Die Methode zur Bestimmung der Unsicherheiten ist im Anhang 2, Kapitel „Unsicherheiten der Aktivitätsraten stationärer Feuerungsanlagen“ (Kapitel 13.6 des NIR 2007) beschrieben.

3.2.7.3.1 Ergebnis für N₂O

Die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.3.2 gelten entsprechend.

3.2.7.3.2 Ergebnis für CH₄

Die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.3.3 gelten entsprechend.

3.2.7.3.3 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren

Die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.3.4 gelten entsprechend.

3.2.7.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.1.b)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden für die EF und ED von Methan und Lachgas und die AR durchgeführt.

Für Kohlendioxid wurde eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung durch die Nationale Koordinierungsstelle durchgeführt.

Weitere Informationen zur Qualitätssicherung siehe CRF 1.A.1.a (Kapitel 3.2.6.4).

Bezüglich der Emissionsfaktoren gelten die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.3 entsprechend.

3.2.7.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.1.b)

Im Berichtsjahr 2010 führt das Ersetzen vorläufiger Werte durch die Originalstatistik zu folgenden Rückrechnungen. :

Tabelle 32: Rückrechnungen in CRF 1.A.1.b

Einheit [Gg] Jahr	NIR 2012 gesamt	NIR 2013 gesamt	Abweichung absolut				Abweichung relativ gesamt
			gas	liquid	solid	gesamt	
2010	19.857	19.084	-95	-563	-105	-763	-3,48%

3.2.7.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.1.b)

Derzeit sind für die Emissionsfaktoren keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

3.2.8 Herstellung von festen Brennstoffen und sonstige Energieerzeuger (1.A.1.c)

3.2.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.1.c)

CRF 1.A.1.c	Gas	HK	1990		2011		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
all fuels	CO ₂	L	T/T2	64.393,8	(5,29%)	17.006,6	(1,84%)	-73,59%
all fuels	N ₂ O	-	-	680,5	(0,06%)	187,1	(0,02%)	-72,50%
all fuels	CH ₄	-	-	85.3	(0.01%)	13.4	(0.00%)	-84,25%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS	NS	CS
CH ₄	Tier 2	NS	CS
N ₂ O	Tier 2	NS	CS
NO _x , CO, NMVOC, SO ₂	CS	NS	CS

Die Quellgruppe der *Herstellung von festen Brennstoffen und der sonstigen Energieerzeuger* ist für CO₂-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Die obigen Angaben beziehen sich auf die Kraftwerke und die sonstigen Kesselfeuerungen zur Dampf-, Heiß- und Warmwasserbereitstellung in der Quellgruppe 1.A.1.c.

Der Quellgruppe 1.A.1.c werden der Steinkohlen- und Braunkohlenbergbau sowie die Kokereien und Brikettfabriken zugerechnet, außerdem die Gewinnung von Rohöl und Erdgas. Für den deutschen Steinkohlenbergbau ergab sich in 2010 eine verwertbare Förderung von 12,1 Mt Steinkohle (12,9 Mt in 2010) (STATISTIK DER KOHLEWIRTSCHAFT 2012: für das Jahr 2011, Übersicht 1 und www.kohlenstatistik.de). Die Kokserzeugung betrug im Jahr 2010 Mt (AGEB 2011). Die Herstellung von Steinkohlenbriketts wurde 2008 eingestellt.

Im Jahr 2010 wurden in Deutschland 176,5 Mt Rohbraunkohle gefördert (ebd.). Die Herstellung von Braunkohlenbriketts und anderen Braunkohlenprodukten betrug ca. 7Mt (ebd.). Der Dampf zur Trocknung der Rohbraunkohle für die Herstellung von Braunkohlenveredelungsprodukten wird aus Braunkohlenkraftwerken mit Prozessdampfauskopplung (KWK-Anlagen) bereitgestellt. Aus diesen Anlagen wird Dampf zur Trocknung der Rohbraunkohle für die Herstellung der Braunkohlenprodukte ausgekoppelt.

Die deutsche Förderung von Erdöl betrug im Jahr 2011 2,68Mt (MWV, 2012) und die Erdgasförderung erreichte ca. 11.9 Nm³ (AGEB, 2011). Der für den Betrieb der Anlagen erforderliche Brennstoffeinsatz für den Eigenbedarf wird in der Quellgruppe 1.A.1.c berichtet.

Unter die Quellgruppe 1.A.1.c Produktion fester Brennstoffe und anderer Energien fallen im ZSE die Strom- und Wärmeerzeugung in Dampfturbinenkraftwerken, getrennt nach Steinkohlenbergbau und Braunkohlenbergbau (Grubenkraftwerke), die Strom- und Wärmeerzeugung in Gasturbinen, Gasmotoren und Dieselmotoren der Zechen- und Grubenkraftwerke zusammen, die übrige Wärmeerzeugung in Industriekesseln des Umwandlungsbereichs (ohne Raffinerien) sowie die Herstellung von Steinkohlenkoks und der Betrieb von Dieselmotoren zu Antriebszwecken in Zechen- und Grubenkraftwerken. Sie werden getrennt nach Großfeuerungsanlagen und TA Luftanlagen berichtet.

Die folgende Abbildung zeigt eine Übersicht über die Emissionsentwicklung der Quellgruppe 1.A.1.c:

Entwicklung der CO₂-Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.c

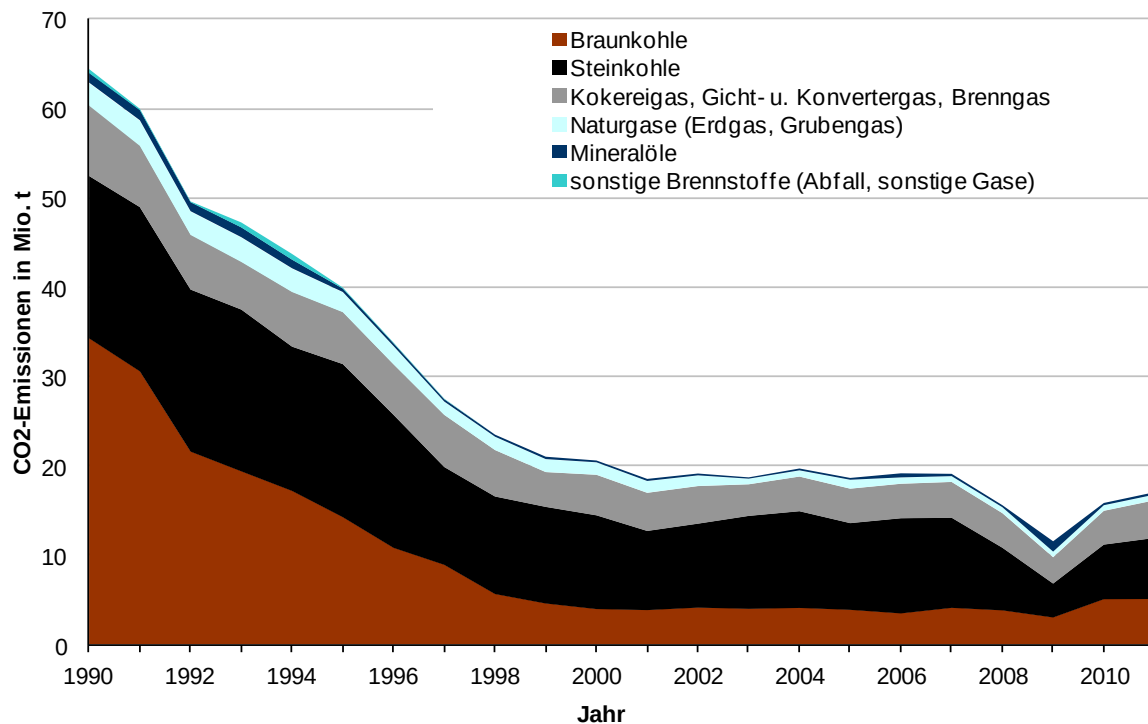


Abbildung 28: Entwicklung der CO₂-Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.c

Die Abbildung zeigt sehr deutlich wie stark die Emissionen in dieser Quellgruppe seit 1990 zurückgegangen sind. Den stärksten Emissionsrückgang verzeichnet die Braunkohle, die in den Neuen Bundesländern stark rückläufig gegenüber der DDR-Wirtschaft war. Aus der Rohbraunkohle wurden verschiedene Veredlungsprodukte für die Industrie, Haushalte kleinere Gewerbebetriebe hergestellt. Bis Ende der 90er Jahre erfolgte eine umfangreiche Umstellung von Braunkohlenutzung hin zum Einsatz von anderen Energieträgern. In einer deutlich reduzierten Anzahl an Industrieanlagen und Gewerbebetrieben wurde nun vermehrt Steinkohle, Mineralöl und Erdgas eingesetzt, während in den Haushalten die Kohleöfen durch modernere Heizöl- und Erdgasbefeuerte Heizungsanlagen ersetzt wurden. Dadurch sank die Brikett- und Staubproduktion in den Neuen Bundesländern von fast 39 Mio. t in 1990 auf ca. 2,6 Mio. t im Jahr 1997. Die Schließung der meisten Anlagen der Braunkohlenverarbeitung in diesem Zeitraum führte zu einer sehr starken Emissionsreduktion. Ab 1998 erfolgte die Bereitstellung der Trocknungsenergie für die Braunkohlenprodukte in den Neuen Bundesländern ausschließlich durch Prozessdampf aus öffentlichen Kraftwerken. In den Alten Bundesländern führten eine Verbesserung der Anlageneffizienz und ebenfalls eine Verringerung der Produktherstellung bis zum Jahr 2003 zu sinkenden Emissionen. Danach ist aufgrund von Produktionserhöhungen wieder ein leichter Anstieg zu verzeichnen.

Die Emissionen aus der Steinkohlennutzung im Sektor 1.A.1.c sinken seit dem Jahr 1990 deutlich. Das hat zum einen mit einer starken Reduktion der Steinkohlenförderung zu tun, die 1990 noch über 70 Mio. t betrug und im Jahr 2011 nur noch knapp 12 Mio. t erreicht. Zum anderen haben sich einige Anlagen vom Steinkohlenbergbau in die öffentliche Versorgung

umgemeldet, was zu einer Verschiebung der Emissionen führte. Auch die in der Quellgruppe 1.A.1.c verbliebenen Kraftwerke speisen Strom in das öffentliche Netz ein.

Im Jahr 2010 kam es aufgrund der konjunkturellen Erholung und der damit einhergehenden erhöhten Stromnachfrage, zu einer Erhöhung der Brennstoffeinsätze von Braun- und Steinkohlekraftwerken, die der Quellgruppe 1.A.1.c zugeordnet werden. Eine weitere Erklärung für den gestiegenen Brennstoffverbrauch ist die Ummeldung einiger Kraftwerke aus der öffentlichen Versorgung in den Braunkohlenbergbau. Das führte insgesamt zu höheren Emissionen.

Der Einsatz von Industriegasen (Kokereigas, Gicht- und Konvertergas) zeigt bis Ende der 90er Jahre ebenfalls einen abnehmenden Trend. Die Ursache liegt vor allem in der Einstellung der Stadtgaserzeugung bis 1996 und der damit verbundenen Schließung der Ortsgaswerke. Die Koksproduktion ging ebenfalls deutlich zurück. Während 1990 noch 19 Mio. t Steinkohlenkoks produziert wurden, waren es 2008 nur noch knapp die Hälfte. Im Jahr 2009 aufgrund der geringen Stahlproduktion 6,7 Mio. t. Durch die verbesserte Wirtschaftslage erhöhte sich die Steinkohlenkoksproduktion in 2010 auf 8,1 Mio. t. Damit steigen auch die Emissionen aus der Verbrennung von Gicht- und Kokereigas sehr deutlich an. Während es 1990 noch 8 Zechenkokereien gab, ist derzeit nur noch eine Anlage in Betrieb - außerdem 4 Hüttenkokereien. Insgesamt führten Anlagenschließungen und Ertüchtigungen zu einer deutlichen Emissionsminderung in diesem Sektor.

3.2.8.2 Methodische Aspekte (1.A.1.c)

Die Auswahl der Berechnungsmethode ist auf Basis der aktuellen Hauptkategorienanalyse erfolgt.

Der Brennstoffeinsatz zur Stromerzeugung in Kraftwerken des Steinkohlen- bzw. des Braunkohlenbergbaus ist in der Energiebilanzzeile 12 „Industriewärmekraftwerke“ enthalten. Der Brennstoffeinsatz zur Wärmeerzeugung im Umwandlungsbereich ist den Energiebilanzzeilen 33-39 bzw. der Summenzeile 40 („Energieverbrauch im Umwandlungsbereich insgesamt“) zu entnehmen.

Mit Hilfe von Angaben des Statistischen Bundesamtes (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, 2011c) wird der Brennstoffeinsatz zur Stromerzeugung in Kraftwerken des Steinkohlenbergbaus ermittelt. Die Aktivitätsraten zur Wärmeerzeugung in Kraftwerken des Steinkohlenbergbaus entsprechen der Energiebilanzzeile 34 „Energieeinsatz in Steinkohlenzechen- und -brikettfabriken“.

Der ausgewiesene Brennstoffeinsatz zur Stromerzeugung in Grubenkraftwerken beruht auf Verbandsangaben (persönliche Mitteilung des DEBRIV – Bundesverband Braunkohle). Der Einsatz zur Wärmeerzeugung, insbesondere zur Braunkohlentrocknung zur Herstellung von Braukohlenprodukten ist nicht in der Energiebilanz enthalten. Dieser wird aus den Produktionszahlen der Braunkohlenprodukte (STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT o.J.) und den für die Trocknung notwendigen spezifischen Brennstoffeinsatz (persönliche Mitteilung DEBRIV – Bundesverband Braunkohle, Februar - 2007) berechnet und als „Nicht-Energiebilanz“ – Einsatz im ZSE verbucht und berichtet.

Die für die Herstellung von Steinkohlenkoks eingesetzten Brennstoffmengen werden direkt aus der Energiebilanz, EBZ 33 (Kokereien) genommen.

Der Brennstoffeinsatz zur Wärmeerzeugung im Übrigen Umwandlungsbereich setzt sich aus den Energieverbräuchen der Energiebilanzzeilen 33 bis 39 (Energieverbrauch im Umwandlungsbereich insgesamt) zusammen. Dazu zählt der Grubenselbstverbrauch, Anlagen zur Erdöl- und Erdgasgewinnung sowie der Altölaufbereitung, Kohlenwertstoffbetriebe, Anlagen zur Herstellung und Verarbeitung von Spalt- und Brutstoffen und der Eigenverbrauch von Kläranlagen.

Ab der Berichterstattung 2011 werden die CO₂-Emissionen aus der Gichtgasverbrennung in Kokereien in der Quellgruppe 1.A.1.c berichtet. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht der CO₂-Emissionen aus der Gichtgasnutzung in Kokereien über die gesamte Zeitreihe ab 1990.

Tabelle 33: CO₂-Emissionen aus der Gichtgasverbrennung in Kokereien

[Mio. t CO ₂]									
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
5,328	5,234	4,579	4,220	5,201	4,899	4,686	4,947	4,342	3,131
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
3,636	3,725	3,668	3,015	3,341	3,308	3,293	3,332	3,230	2,421
2010	2011								
3,220	3,795								

Die Überarbeitung der Daten für 1990 und die Folgejahre 1991-1994 für die Neuen Bundesländer ist in Anhang 19.1.1 beschrieben.

Emissionsfaktoren (außer CO₂)

Die Emissionsfaktoren für Kraftwerke und sonstige Kesselfeuerungen zur Dampf-, Heiß- und Warmwasserbereitstellung in der Quellgruppe 1.A.1.c sind RENTZ et al (2002) und FICHTNER et al (2011) entnommen. Eine ausführliche Beschreibung der Vorgehensweise ist dem Kapitel 3.2.6.2 in Verbindung mit dem Kapitel 19.1.2.1 im Anhang 3 zu entnehmen. Die Forschungsvorhaben unterscheiden innerhalb des Sektors nach Kraftwerken der STEAG, den übrigen Kraftwerken des Steinkohlenbergbaus, den Kraftwerken des Braunkohlenbergbaus sowie den sonstigen Kesselfeuerungen zur Dampf-, Heiß- und Warmwasserbereitstellung.

Die Emissionsfaktoren für Kokereien wurden größtenteils aus BFI (2012) entnommen. Die dort ermittelten Emissionsfaktoren für gefasste Quellen wurden der Quellgruppe 1.A.1.c zugeordnet, da diese Emissionen hauptsächlich aus der Unterfeuerung der Koksöfen resultieren. Die ermittelten Emissionsfaktoren für diffuse Quellen wurden dagegen definitionsgemäß der Quellgruppe 1.B.1.b zugeordnet. Neben weiteren Schadstoffen werden auch CO-Emissionen aus Kokereien in beiden Quellgruppen berechnet.

3.2.8.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.1.c)

Erstmals wurden im Berichtsjahr 2004 für die Aktivitätsraten Unsicherheiten bestimmt (Forschungsvorhaben FKZ 204 41 132, UBA). Die Methode zur Bestimmung der Unsicherheiten ist im Anhang 2, Kapitel 13.6 des NIR 2007 beschrieben.

Die Vorgehensweise bei der Ermittlung der Unsicherheiten für die Emissionsfaktoren ist in dem Kapitel 3.2.6.3.1 beschrieben.

3.2.8.3.1 Ergebnis für N₂O

In Anlagen des Braunkohlenbergbaus - sie sind Teil des Sektors 1.A.1.c - werden vergleichsweise viele Wirbelschichtfeuerungen eingesetzt. Es ist bekannt, dass diese relativ höhere N₂O-Emissionen aufweisen als andere Kohlefeuerungstechnologien. Das Emissionsverhalten bei Einsatz von Stein- und Braunkohlen wurde insbesondere bei Einsatz in Wirbelschichtfeuerungen und insbesondere in den 90er Jahren gezielt untersucht. Daher lagen ausreichend Messdaten vor, die eine systematische Erhebung von N₂O-Emissionsfaktoren im Forschungsvorhaben ermöglichten. Die Ausführungen aus Kapitel 3.2.6.3.2 gelten entsprechend.

3.2.8.3.2 Ergebnis für CH₄

Die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.3.3 gelten entsprechend.

3.2.8.3.3 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren

Die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.3.4 gelten entsprechend.

3.2.8.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.1.c)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden für die EF und ED von Methan und Lachgas und die AR durchgeführt.

Für Kohlendioxid wurde eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung durch die Nationale Koordinierungsstelle durchgeführt.

Die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.4 gelten entsprechend.

3.2.8.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.1.c)

Im Wesentlichen ergaben sich Rückrechnungen für das Jahr 2010 aufgrund der Aktualisierung vorläufiger Energiebilanzdaten. Für das Jahr 2009 erfolgten ebenfalls Rückrechnungen für die Braunkohlen, da hier die CO₂ Emissionsfaktoren geändert wurden.,

Das führte zu folgenden Veränderungen:

Tabelle 34: Rückrechnungen in CRF 1.A.1.c

Einheit [Gg] Jahr	NIR 2012	NIR 2013	Abweichung absolut				Abweichung relativ	
	gesamt	gesamt	gas	liquid	other	solid	gesamt	gesamt
2009	11.514	12.279	0	0	0	-1	765	6,65%
2010	13.646	16.637	-85	-781	0	3.020	2.992	21,92%

3.2.8.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.1.c)

Nach Beendigung der Emissionsberechnung hat die AGEB Korrekturen an der Energiebilanz vorgenommen, diese werden in der nächsten Submission in das Inventar überführt.

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

3.2.9 Verarbeitendes Gewerbe (1.A.2)

Die Quellgruppe setzt sich aus mehreren Subquellgruppen in enger Anlehnung an die IPCC-Gliederung (CRF) zusammen und ist in den Unterkapiteln detailliert beschrieben.

Die Berechnungsalgorithmen der Strukturelemente der BEU der Quellgruppe 1.A.2 wurden innerhalb des Forschungsvorhabens „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten“ (FKZ 204 41 132) überarbeitet und unterliegen nun einer einheitlichen Systematik. Sie basieren überwiegend auf der Grundlage von gesicherten Daten des statistischen Bundesamtes.

Eine Sektordifferenzierung der Aktivitätsraten nach Branchen erfolgt ausschließlich für die Prozessfeuerungen.

Bedingt durch den Umstieg der Wirtschaftszweigklassifikation in den Energie-Statistiken ab dem Jahr 2008 von „WZ 2003“ auf „WZ 2008“ wurde die Erfassung der Aktivitätsdaten für die Prozessfeuerungen aus den Einzelstatistiken entsprechend dem Umsteigeschlüssel realisiert (STATISTISCHES BUNDESAMT 2008: Umsteigeschlüssel WZ 2003 auf WZ 2008)

Die Aggregation der Industriekraftwerke und Kessel erfolgt für die Strom- und Wärmeerzeugung nach Technologien (Gasmaschinen, Gasturbinen, GuD-Anlagen und Dampfturbinen) sowie nach genehmigungsrechtlichen Regelungen (TA-Luft und 13. BImSchV).

Die einzelnen Berechnungsalgorithmen sind im genannten Forschungsvorhaben ausführlich dokumentiert.

Nach der Emissionsberechnung auf der Ebene der Strukturelemente werden durch eine möglichst IPCC-konforme Aggregation der Ergebnisse die Summenwerte für die Subquellgruppen in 1.A.2 gebildet. Seit dem NIR 2006 werden die Prozessfeuerungen zum großen Teil branchenbezogen berichtet. Die Disaggregation ist bei der vorhandenen Datenlage nicht vollständig IPCC-konform möglich. So kann die Strom- und Wärmeerzeugung der Industriekraftwerke und -wärmekraftwerke keinen Branchen zugeordnet werden und wird daher zusammengefasst unter 1.A.2.f Sonstige berichtet.

Die Abgrenzung der energiebedingten Prozessfeuerungen zur Strom- und Wärmeerzeugung in Industriekraftwerken und Kesseln erfolgt mittels Statistik 067 (Stromerzeugungsanlagen des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden; *STATISTISCHES BUNDESAMT*, 2010c).

Eine Veränderung in der Statistik 067 (ebd.) des Statistischen Bundesamtes bedingt einen Sprung der Aktivitätsraten in der Strom- und Wärmeproduktion. Bis 2001 wurde lediglich der Brennstoffeinsatz zur Stromproduktion in Stromerzeugungsanlagen ausgewiesen. Ab 2002 wird der Brennstoffeinsatz zur Strom- und Wärmeproduktion angegeben. Zu den Einsätzen zur Wärmeproduktion für die Jahre vor 2002 liegen keine Daten vor.

Das Verhältnis des fossilen und biogenen Anteils von Industriemüll ergibt sich aus der Energiebilanz, der Abfallstatistik (STATISTISCHES BUNDESAMT, FS 19 Reihe 1) und den Angaben der entsprechenden Industrieverbände zu Ersatzbrennstoffen.

Die eingesetzten Mengen an Regelbrennstoffen aller Subquellgruppen sind vollständig aus der Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland entnommen und im BEU disaggregiert. Über die Energiebilanz hinaus werden in verschiedenen Subquellgruppen Ersatzbrennstoffe

berücksichtigt, die im Forschungsprojekt (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02) ermittelt wurden und nun über Verbandsdaten jährlich aktualisiert werden (s.u.). Demnach kommen Ersatzbrennstoffe vermehrt zum Einsatz. Das führt zu einer Verringerung des Einsatzes von konventionellen Brennstoffen im Sinne einer Brennstoffsubstitution.

Im Forschungsprojekt „Einsatz von Sekundärbrennstoffen“ (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02) wurde der Verbesserungsbedarf zum Thema „waste fuels“ im Energiebereich auf Ersatzbrennstoffe in vier Industriebranchen eingegrenzt und die Daten von den jeweiligen Industrieverbänden ermittelt. In den Industriebranchen Roheisenerzeugung, Zellulose- und Papierherstellung sowie Herstellung von Kalk und Zement liegen hiermit deutlich verbesserte und branchenspezifische Daten für den Einsatz von Ersatzbrennstoffen in Prozessfeuerungen und in Industriekraftwerken vor.

Besonderheiten der Subuellgruppen sind in den Unterkapiteln beschrieben. Speziell die Sammelgruppe 1.A.2.f Sonstige ist zu beachten.

Für die im Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten“ (FKZ 204 41 132) neu geschaffenen Strukturelemente wurden die Unsicherheiten entsprechend der im Rahmen des Forschungsberichts 204 42 203/02 dokumentierten Methode ermittelt. Dies ist im Endbericht zum Forschungsvorhaben (FKZ 204 41 132) und Anhang 13.6 des NIR 2007 dokumentiert.

Kohlendioxidemissionen dominieren die CRF-Kategorie 1.A.2. Andere Treibhausgase tragen nur in sehr geringem Maß zu den Gesamtemissionen bei.

Im Zeitraum 1990 bis 1994 ist ein starker Rückgang der Treibhausgasemissionen zu verzeichnen. Dies ist bedingt durch die Stilllegung ineffizienter Anlagen des verarbeitenden Gewerbes in den Neuen Bundesländern nach dem politischen Wechsel 1990 in Deutschland.

In den Folgejahren auftretende Schwankungen der Emissionen spiegeln den konjunkturellen Verlauf der Produktion im verarbeitenden Gewerbe in Deutschland wider.

3.2.9.1 Verarbeitendes Gewerbe - Eisenschaffende Industrie (1.A.2.a)

CRF 1.A.2.a	Gas	HK	1990		2011		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
all fuels	CO ₂	L	T/T2	34.742,0	(2,85%)	34.323,0	(3,71%)	-1,21%
all fuels	N ₂ O	-	-	161,4	(0,01%)	132,7	(0,01%)	-17,74%
all fuels	CH ₄	-	-	52,5	(0,00%)	61,7	(0,01%)	17,65%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS	NS	CS
CH ₄	CS	NS	CS
N ₂ O	CS	NS	CS
NO _x , CO, NMVOC, SO ₂	CS	NS	CS

Die Quellgruppe *Verarbeitendes Gewerbe - Eisenschaffende Industrie* ist für CO₂-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Die Eisenschaffende Industrie (Subuellgruppe 1.A.2.a) ist neben der Zementindustrie die zweite bedeutende CO₂-Emissionsquelle unter den Prozessfeuerungen.

3.2.9.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.a)

Die Quellgruppe umfasst die Produktionsbereiche Roheisen (Hochofen), Sinter, Walzstahl, Eisen-, Stahl-Tempermuss, Siemens-Martin-Stahl und Elektro Stahl, sowie Kraftwerke und Kessel der gesamten Stahlindustrie.

Die Herstellung von Siemens-Martin-Stahl führte nur noch in den neuen Bundesländern bis kurz nach 1990 zu Emissionen. Danach ging die Produktion auf null zurück. In den alten Bundesländern war die Produktion von Siemens-Martin-Stahl schon vor 1990 eingestellt worden.

Bei der Herstellung von Roheisen wird ein Großteil der im Hochofen eingesetzten Energieträger für die darin ablaufenden Reduktionsprozesse benötigt, während in den anderen Produktionsbereichen der Eisenschaffenden Industrie Brennstoffe zum großen Teil zur Wärmeerzeugung eingesetzt werden.

Die folgende Graphik zeigt eine Übersicht über die CO₂-Emissionen aus den einzelnen Subquellgruppen in 1.A.2.a.

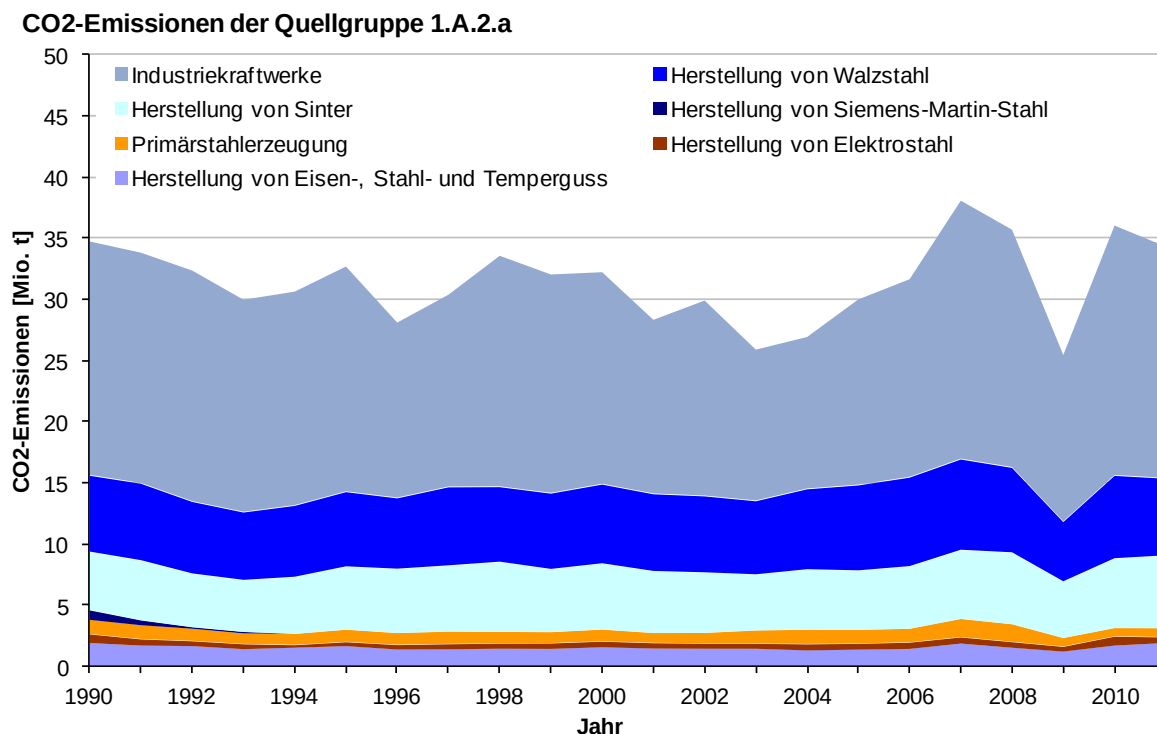


Abbildung 29: Entwicklung der CO₂-Emissionen in Quellgruppe 1.A.2.a

Die Übersicht zeigt über die Jahre z.T. große Schwankungen, die überwiegend der Produktionsentwicklung folgen. In den Jahren 1990 bis 1994 ist die Absenkung der Emissionen geprägt durch die Umstrukturierung im Eisen und Stahlbereich in den neuen Bundesländern nach dem politischen Wechsel 1990

Besonders deutlich ist der Einbruch der CO₂-Emissionen im Krisenjahr 2009 zu erkennen, in dem die Stahlindustrie einen sehr starken Produktionsrückgang verzeichnete. Der erneute Emissionsanstieg in 2010 ist dem wirtschaftlichen Aufschwung zuzurechnen, der sich in der Stahlindustrie besonders bemerkbar machte. 2011 ging die Stahlproduktion damit auch die CO₂ Emissionen nur sehr leicht zurück.

Die anteilig höchsten Emissionen kommen aus der Walzstuhl- und Sintererzeugung. Für den Hochofen werden nur die zur Energieerzeugung benötigten Erd- und Kokereigaseinsätze in der Quellgruppe 1.A.2.a berichtet. Die prozessbedingten Emissionen werden in der Quellgruppe 2.C.1 verbucht.

3.2.9.1.2 Methodische Aspekte (1.A.2.a)

Diese Subquellgruppe umfasst die Prozessfeuerungen der verschiedenen Produktionsbereiche der Eisenschaffenden Industrie. Die entsprechenden Brennstoffeinsätze inklusive der Sekundärbrennstoffe sind in der BEU enthalten.

Für Bereitstellung der Aktivitätsdaten der konventionellen Brennstoffe der Quellgruppe wurde im Berichtsjahr 2011 der sogenannte BGS-Bogen (Brennstoff-, Gas- und Stromwirtschaft der Hochofen-, Stahl- und Walzwerke sowie Schmiede-, Press- und Hammerwerke einschließlich der örtlich verbundenen sonstigen Betriebe (ohne eigene Kokerei)), als neue Datenquelle erschlossen. Dies ermöglicht eine verbesserte Disaggregation. Da die gesetzliche Grundlage für die Erhebungen des BGS-Bogens seit dem Berichtsjahr 2012 entfallen ist, werden die Daten zurzeit auf der Grundlage einer Vereinbarung mit der Wirtschaftsvereinigung Stahl in gleicher Struktur bereit gestellt. Diese Änderung hat auf die Berechnungen keinen Einfluss.

Die Angaben im BGS-Bogen ermöglichen neben der Darstellung der Aktivitätsdaten in Sinteranlagen, Hochofenbetrieben, Oxygenstahlwerken (Konverter) und Walzwerken die zusätzliche Disaggregation für die Elektrostahlwerke.

Weiterhin konnte eine datenbasierte Differenzierung der festen Brennstoffe nach „Steinkohle und Steinkohlebriketts“, „Koks“ und „Koksgrus unter 10 mm“ erfolgen. Die Brennstoffeinsätze für Koks und Koksgrus werden als „Koks“ summiert ausgewiesen. Die im BGS-Bogen ausgewiesenen „flüssigen Brennstoffe“ werden dem „Heizöl schwer“ zugeordnet.

Da der BGS- Bogen Brennstoffeinsätze in natürlichen Einheiten ausweist, werden diese mit den von der Arbeitsgemeinschaft der Energiebilanzen (AGEB) ausgewiesenen Heizwerten für festen und flüssigen Einzelbrennstoffe in Energieeinheiten umgerechnet. Für die Gase wurde im BGS-Bogen eine Normierung auf 35,16912 MJ/m³ definiert, die in der Methodik der Berechnung der Aktivitätsraten für Hochofen-, Kokerei-, Erd- und Konvertergas übernommen wurde.

Die Emissionsberechnung der Sekundärbrennstoffe wurde entsprechend der Ergebnisse des Forschungsprojektes „Einsatz von Sekundärbrennstoffen“ (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02) beibehalten.

Die Emissionen aus der Eisen- und Stahlindustrie werden für die gesamte Zeitreihe ab 1990 in prozessbedingte und energiebedingte Emissionen unterschieden. Die Methode zur Berechnung der prozessbedingten Emissionen ist im Kapitel 4.4.1.2 der Quellgruppe 2.C.1 beschrieben.

3.2.9.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.a)

Unsicherheiten wurden in 2004 für alle Brennstoffe außer Ersatzbrennstoffe und für Ersatzreduktionsmittel hinsichtlich der kompletten Zeitreihe bestimmt. Die Methode ist im Forschungsbericht (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02) erläutert. Sie wurden für die

Aktivitätsraten im Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten (FKZ 204 41 132)“ aktualisiert und im Endbericht dokumentiert.

Die bis zur Berichterstattung 2011 verwendeten Daten zur Berechnung aus der Statistik - Fachserie 4 Reihe 8.1 - des statistischen Bundesamtes wurden auf der Grundlage des BGS-Bogens in dieser Statistik aggregiert. Nach Einstellung der Statistik werden die Basisdaten des BGS-Bogens direkt zur Berechnung herangezogen.

Die direkte Verwendung der Daten aus dem BGS-Bogen führt zu keiner Vergrößerung der Unsicherheiten. Die auf dem Forschungsbericht basierenden Unsicherheiten wurden entsprechend der konservativen Betrachtungsweise beibehalten.

Der BGS-Bogen ist für alle Berichtsjahre verfügbar und somit ist die Zeitreihenkonsistenz gegeben. Eine gesetzliche Regelung zur Absicherung des Fortbestehens der Daten ist zurzeit in der Erarbeitungsphase. Die Datenbereitstellung bis zur gesetzlichen Regelung wurde über eine Verbandsvereinbarung vertraglich sichergestellt.

3.2.9.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.a)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 für AR, nach Tier 1 & 2 für EF & ED) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt

Die Quellgruppe 1.A.2.a ist in Verbindung mit der Quellgruppe 2.C.1 ein sehr komplexes Thema, da es zwischen der Energiebilanz, der Emissionsberichterstattung, dem Emissionshandel sowie den Verbandsstatistiken methodische Unterschiede gibt. Zur Sicherung der Datenqualität sind regelmäßige Expertengespräche nötig, in denen Daten verglichen und bewertet werden.

Weitere Informationen zur Qualitätssicherung siehe CRF 1.A.1.a (Kapitel 3.2.6.4).

Die Qualitätssicherung der BGS-Daten durch den Verband entsprechend QSE-Handbuch wurden in der Verbandsvereinbarung festgelegt.

3.2.9.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.a)

Für die Quellgruppe sind in diesem Jahr Rückrechnungen für das Jahr 2010 erfolgt, die durch das Vorliegen der endgültigen Energiebilanz (aktualisierten) gegenüber der vorläufigen Energiebilanz aus der letzten Berichterstattung begründet sind. Das führte zu folgenden Veränderungen der CO₂-Emissionen im Jahr 2010:

Tabelle 35: Rückrechnungen in CRF 1.A.2.a

Einheit [Gg]	NIR 2012 gesamt	NIR 2013 gesamt	Abweichung absolut				Abweichung relativ gesamt
			gas	liquid	solid	gesamt	
2010	34.269	36.050	255	35	1.491	1.780	5,20%

3.2.9.1.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.a)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.2.9.2 Verarbeitendes Gewerbe – Nichteisen-Metalle (1.A.2.b)

CRF 1.A.2.b	Gas	HK	1990		2011		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
all fuels	CO ₂	-	-	1.601,2 (0,13%)	1.608,0 (0,17%)	0,42%	
all fuels	N ₂ O	-	-	17,8 (0,00%)	8,6 (0,00%)	-51,66%	
all fuels	CH ₄	-	-	1,2 (0,00%)	1,5 (0,00%)	28,69%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS	NS	CS
CH ₄	CS	NS	CS
N ₂ O	CS	NS	CS
NO _x , CO, NMVOC, SO ₂	CS	NS	CS

Die Quellgruppe Nichteisen-Metalle ist keine Hauptkategorie.

3.2.9.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.b)

Diese Quellgruppe umfasst die Prozessfeuerungen der Produktionsbereiche der Nichteisenmetalle in aggregierter Form. Eine detailliertere Darstellung ist aufgrund der Datenlage nicht möglich.

3.2.9.2.2 Methodische Aspekte (1.A.2.b)

Die entsprechenden Brennstoffeinsätze sind in der BEU enthalten. Die Quelle für die Brennstoffeinsätze ist die Statistik des produzierenden Gewerbes (Statistik 060 – Energieverwendung des produzierenden Gewerbes; *STATISTISCHES BUNDESAMT* 2011b) (Melde-Nr. 27.43 (WZ 2003 alt) → 24.43 (WZ 2008 neu), Erzeugung und erste Bearbeitung von Blei, Zink und Zinn und 27.44 (WZ 2003 alt) → 24.44 (WZ 2008 neu), Erzeugung und erste Bearbeitung von Kupfer) und für Abgrenzungen zur Strom- und Wärmeerzeugung die Statistik 067 (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, 2011c).

Um die Berechnungsalgorithmen für die Aktivitätsdaten in der Bilanz der Emissionsursachen (BEU) homogener, konsistenter und transparenter darzustellen erfolgte eine Überarbeitung.

Im Ergebnis dieser Überarbeitung wurde die Erzeugung und erste Bearbeitung von Edelmetallen, Aluminium und sonstige NE-Metalle zur Ermittlung der Aktivitätsdaten mit aufgenommen.

Im Endbericht zum Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten“ (FKZ 204 41 132) werden die Berechnungsalgorithmen ausführlich beschrieben.

Die Aktivitätsraten für die Neuen Bundesländer für 1990 wurden im Projekt „Basisjahr und Aktualisierung“ (UBA 2005c: FKZ 205 41 115) mit neuem Datenmaterial überarbeitet und dokumentiert, s. Anhangkapitel 19.1.1).

3.2.9.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.b)

Im Jahr 2004 wurden für alle Aktivitätsraten Unsicherheiten bestimmt. Die Methode ist im Anhangkapitel 13.6 des NIR 2007 erläutert.

3.2.9.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.b)

Für EF und ED wurden eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung durch die Nationale Koordinierungsstelle durchgeführt.

Für die AR wurden eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung durchgeführt, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen. .

Weitere Informationen zur Qualitätssicherung siehe CRF 1.A.1.a (Kapitel 3.2.6.4).

3.2.9.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.b)

Für die Quellgruppe sind in diesem Jahr Rückrechnungen für das Jahr 2010 erfolgt, die auf dem Vorliegen der endgültigen Energiebilanz (aktualisierten) gegenüber der vorläufigen Energiebilanz aus der letzten Berichterstattung begründet sind. Das führte zu folgenden Veränderungen der CO₂-Emissionen im Jahr 2010:

Tabelle 36: Rückrechnungen in CRF 1.A.2.b

Einheit [Gg]	NIR 2012	NIR 2013	Abweichung absolut				Abweichung relativ
Jahr	gesamt	gesamt	gas	liquid	solid	gesamt	gesamt
2010	1.463	1.572	110	14	-15	109	7,48%

3.2.9.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.b)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.2.9.3 Verarbeitendes Gewerbe – Chemische Industrie (1.A.2.c)

CRF 1.A.2.c	Gas			1990 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		2010 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Trend
all fuels	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE

Die Prozessfeuerungen und die Eigenstromerzeugung der chemischen Industrie sind nicht gesondert ausgewiesen, sondern werden unter 1.A.2.f Sonstige zusammengefasst berichtet.

Die Einsätze an Energieträgern in der Kalziumkarbidproduktion sind prozessbedingt und werden unter CRF 2.B.4 berichtet (siehe Kapitel 4.3.4).

Dies bestätigt auch das Forschungsprojekt „Basisjahr und Aktualisierung (UBA 2005c, FKZ 205 41 115) für das Jahr 1990 in den Neuen Bundesländern (wesentlicher Produktionsstandort): der Koks wurde stofflich und nicht energetisch genutzt. Die Kalziumkarbidproduktion ist demnach keine Quelle für energiebedingte CO₂-Emissionen.

Die Emissionen der gesamten Subquellgruppe 1.A.2.c werden somit an anderer Stelle berücksichtigt (IE - included elsewhere). 1.A.2.c ist nicht gesondert in der Hauptkategorienanalyse aufgeführt.

Eine Identifizierung der Steamcracker ist nach der derzeitigen Datenverfügbarkeit nicht möglich.

3.2.9.4 Verarbeitendes Gewerbe – Zellstoff und Papierindustrie (1.A.2.d)

CRF 1.A.2.d	Gas	HK	1990		2011		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
all fuels	CO ₂	-	-	3,6 (0,00%)	14,6 (0,00%)	301,68%	
all fuels	N ₂ O	-	-	2,9 (0,00%)	13,3 (0,00%)	354,24%	
all fuels	CH ₄	-	-	0,5 (0,00%)	2,5 (0,00%)	354,24%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS	NS	CS
CH ₄	CS	NS	CS
N ₂ O	CS	NS	CS
NO _x , CO, NMVOC, SO ₂		IE	

Die Quellgruppe *Zellstoff und Papier* ist keine Hauptkategorie.

3.2.9.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.d)

Der Energieverbrauch für die Herstellung von Zellstoff, und Papier, kurz in der Zellstoff- und Papierindustrie, kann nur für Ersatzbrennstoffe abgebildet werden, wobei diese in großem Umfang eingesetzt werden.

Emissionen aus dem Einsatz von Regelbrennstoffen in Prozessfeuerungen sowie Emissionen der Eigenstromerzeuger sind nicht gesondert ausgewiesen, sondern werden unter 1.A.2.f Sonstige zusammengefasst berichtet.

3.2.9.4.2 Methodische Aspekte (1.A.2.d)

Die in der Papierindustrie eingesetzten Ersatzbrennstoffe werden nur teilweise in der Energiebilanz abgebildet. Dies sind Abfälle aus dem eigenen Produktionsbereich. Die Arten und Mengen der eingesetzten Stoffe wurden vom Verband Deutscher Papierfabriken (VDP) zur Verfügung gestellt. Der überwiegende Teil der im Sektor eingesetzten Ersatzbrennstoffe besteht aus Holz- und Zellstofffasern und damit aus Biomasse. Im Rahmen des Forschungsprojekts „Einsatz von Sekundärbrennstoffen“ (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02) wurden für Brennstoffe die biogenen und fossilen Anteile hergeleitet. Ebenso wurden CO₂-Emissionsfaktoren auf der Basis von Angaben zu Kohlenstoffgehalten, Wassergehalten und Heizwerten abgeleitet.

3.2.9.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.d)

Im Rahmen eines Forschungsprojekts wurden für die Ersatzbrennstoffe die Unsicherheiten der hergeleiteten CO₂-Emissionsfaktoren nach der Monte-Carlo-Methode bestimmt (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02). Dabei wurden die Angaben zu C-Gehalt, Wassergehalt und Heizwert berücksichtigt. Diesen Angaben liegen Schätzungen mit Schwankungen und wenige Mess- oder Analyseergebnisse zugrunde und führen zu einer großen Bandbreite. CO₂-Emissionsfaktoren für Sekundärbrennstoffe gelten inklusive der Unsicherheitenangabe für die gesamte Zeitreihe, weil keine Erkenntnisse zu Trends vorliegen. Die Zeitreihen sind somit konsistent.

3.2.9.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.d)

Für die EF und ED wurden eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht durchgeführt. Eine

Qualitätssicherung durch die Fachseite konnte nicht durchgeführt werden. Die zusätzliche Qualitätssicherung durch die Nationale Koordinierungsstelle ist erfolgt.

Für die AR wurden eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung durchgeführt, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen. .

Die statistische Erfassung des Einsatzes sekundärer Brennstoffe hat in der Papierindustrie eine lange Tradition (VDP, verschiedene Jahrgänge). Trotz kleinerer Strukturbrüche in den dort ausgewiesenen Zeitreihen spiegeln die dort bereitgestellten Daten die fortschreitende Substitution von Regel- durch Ersatzbrennstoffe in der Papierindustrie gut wider.

3.2.9.4.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.d)

Die Aktualisierung der Brennstoffdaten führte zu folgenden Rückrechnungen:

Einheit [Gg] Jahr	NIR 2012 gesamt	NIR 2013 gesamt	Abweichung absolut gesamt	Abweichung relativ gesamt
2009	12	8	-4	-32,04%
2010	9	9	0	5,42%

3.2.9.4.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.d)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.2.9.5 Verarbeitendes Gewerbe – Zuckerherstellung (1.A.2.e)

CRF 1.A.2.e	Gas	HK	1990		2011		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
all fuels	CO ₂	-	T/-	1.989,2 (0,16%)	190,7 (0,02%)	-90,41%	
all fuels	N ₂ O	-	-	25,6 (0,00%)	2,1 (0,00%)	-91,73%	
all fuels	CH ₄	-	-	3,8 (0,00%)	0,1 (0,00%)	-96,86%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS	NS	CS
CH ₄	CS	NS	CS
N ₂ O	CS	NS	CS
NO _x , CO, NMVOC, SO ₂	CS	NS	CS

Die Quellgruppe *Zuckerherstellung* ist für CO₂-Emissionen eine Hauptkategorie nach dem Trend (siehe Tabelle 7). Aufgrund der seit 1990 stark fallenden Emissionen (-90,41 %) und des dadurch erreichten sehr geringen Emissionsniveaus hat die Nationale Koordinierungsstelle aus Gründen der Ressourcenpriorisierung entschieden, die für Hauptkategorien vorgesehenen höheren Ansprüche an die Methodik für diese Quellgruppe nicht umzusetzen.

3.2.9.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.e)

In dieser Quellgruppe sind nur Prozessfeuerungen der Zuckerindustrie erfasst. Eigenstromerzeuger sind nicht gesondert ausgewiesen, sondern werden unter 1.A.2.f Sonstige berichtet.

3.2.9.5.2 Methodische Aspekte (1.A.2.e)

Um die Berechnungsalgorithmen für die Aktivitätsdaten in der Bilanz der Emissionsursachen (BEU) homogener, konsistenter und transparenter darzustellen erfolgte eine Überarbeitung.

Im Ergebnis dieser Überarbeitung wurde ermittelt, dass die Statistiken 060 (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, 2010b) und 067 (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, 2010c) alle Brennstoffe für die Berechnung der Aktivitätsraten ausweisen und als Datenquelle verwendet werden.

Im Endbericht zum Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten“ (FKZ 204 41 132) werden die Berechnungsalgorithmen und Sonderauswertungen zum Brennstoffeinsatz ausführlich beschrieben.

3.2.9.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.e)

Erstmals für 2004 wurden für alle Aktivitätsraten Unsicherheiten bestimmt. Die Methode ist im Anhangkapitel 13.6 des NIR 2007 erläutert.

3.2.9.5.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.e)

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte für die EF und ED keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Die Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle. Daten wurden fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden für die AR durchgeführt.

Weitere Informationen zur Qualitätssicherung siehe CRF 1.A.1.a (Kapitel 3.2.6.4).

3.2.9.5.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.e)

Für die Quellgruppe sind in diesem Jahr Rückrechnungen für das Jahr 2009 und 2010 erfolgt, die auf dem Vorliegen der endgültigen Energiebilanz gegenüber der vorläufigen Energiebilanz aus der letzten Berichterstattung begründet sind 2009 wurden die Rückrechnungen aufgrund einer Fehlerberichtigung für die gasförmigen Brennstoffe durchgeführt.

Das führte zu folgenden Veränderungen der CO₂-Emissionen:

Einheit [Gg]	NIR 2011	NIR 2012	Abweichung absolut				Abweichung relativ
	gesamt	gesamt	gas	liquid	solid	gesamt	
2009	450	238	-212	0	0	-212	47,08%
2010	459	178	-218	-59	-3	-281	-61,19%

3.2.9.5.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.e)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.2.9.6 Verarbeitendes Gewerbe – Weitere Branchen (1.A.2.f, Summe)

CRF 1.A.2.f	Gas	HK	1990		2011		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
all fuels	CO ₂	L	T/T2	137.298,8	(11,27%)	78.190,5	(8,45%)	-43,05%
all fuels	N ₂ O	-	-	1.180,2	(0,10%)	647,6	(0,07%)	-45,13%
all fuels	CH ₄	-	-	178,7	(0,01%)	94,4	(0,01%)	-47,20%

Die Quellgruppe *Verarbeitendes Gewerbe - Weitere Branchen* als Summe über alle weiteren Subquellgruppen ist für CO₂-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und

dem Trend. Die Hauptkategorienanalyse wurde nur für die Summe der Subquellgruppen aus 1.A.2.f durchgeführt.

Der NIR weist auf Grund der Inventarstrukturierung die Subquellgruppen 1.A.2.f Zement (Strukturelement „Herstellung von Zementklinker (Prozessfeuerung)“), 1.A.2.f Keramik (Strukturelement „Herstellung von keramischen Erzeugnissen (Prozessfeuerung)“), 1.A.2.f Glas (Strukturelement „Herstellung von Glas (Prozessfeuerung)“), 1.A.2.f Kalk (Strukturelement „Herstellung von Kalk (Prozessfeuerung)“) und 1.A.2.f Sonstige (im ZSE „other manufacturing“ mit diversen Strukturelementen) aus.

Neben der verbindlichen Hauptkategorienanalyse können die emissionsdominanten Subquellgruppen benannt werden. Dabei sind 1.A.2.f Zement und 1.A.2.f Sonstige hervorzuheben, 1.A.2.f Zement als bedeutende Prozessfeuerung und 1.A.2.f Sonstige als Sammelgruppe, die Emissionen aus der Strom- und Wärmeerzeugung der Industriekraftwerke und Industriekessel und unter anderem energiebedingte Emissionen aus der Chemischen Industrie enthält.

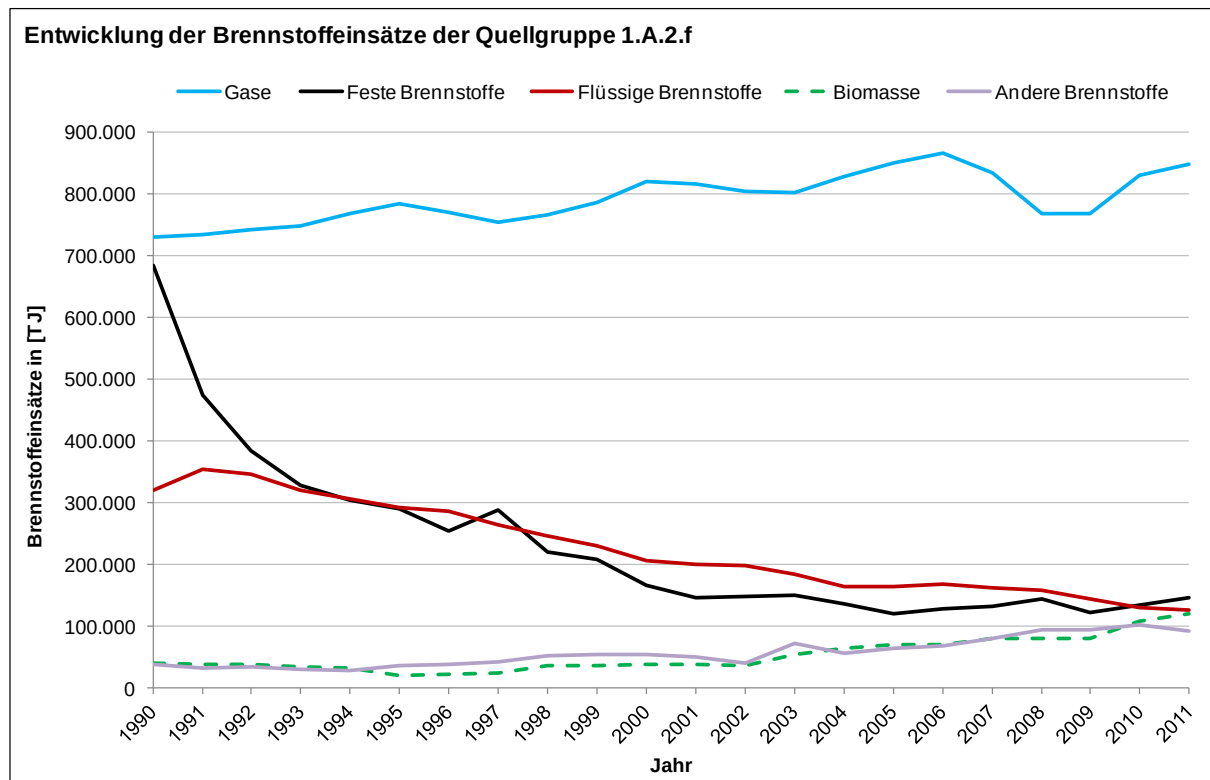


Abbildung 30: Entwicklung der Brennstoffeinsätze der Quellgruppe 1.A.2.f

Die Quellgruppe weist einen deutlichen Wechsel im Brennstoffeinsatz aus.

Besonders auffällig ist der Rückgang des Einsatzes an festen Brennstoffen, vor allem durch geringeren Einsatz von Braunkohle und vermehrten Einsatz von Gas, Biomasse und Ersatzbrennstoffen (Abfall).

Im Bereich der Biomasse ist ein statistischer Bruch zu verzeichnen. Vor Einführung des Energiestatistikgesetzes wurde der Biomasseeinsatz zur Energieerzeugung statistisch nicht bzw. nur teilweise erfasst. Der Anteil der Biomasse ist steigend.

Nachdem die Brennstoffeinsätze fast aller fossilen Energieträger im Jahr 2009 konjunkturbedingt deutlich gesunken sind, kommt es nach der wirtschaftlichen Erholung im

Jahr 2010 wieder zu einem merklichen Anstieg der Brennstoffeinsätze, welcher sich in 2011 auf gleichem Niveau fortsetzt.

3.2.9.7 Verarbeitendes Gewerbe - Zementherstellung (1.A.2.f, Zement)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS	NS	CS
CH ₄	CS	NS	CS
N ₂ O	CS	NS	CS
NO _x , CO, NMVOC, SO ₂	CS/IE	NS/IE	CS/IE

Die Subquellgruppe ist außerhalb der verbindlichen Hauptkategorienanalyse als besonders relevant einzuschätzen.

3.2.9.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Zement)

In dieser Quellgruppe sind nur Prozessfeuerungen des Brennens von Klinker ausweisbar. Der letzte Schritt der Zementherstellung, d.h. der Mahl- und Mischvorgang, ist nicht enthalten, sondern als stromintensiver Prozess über die Strombereitstellung (1.A.1) abgedeckt. Eine gegebenenfalls stattfindende Eigenstromerzeugung wird nicht gesondert ausgewiesen, sondern ist unter 1.A.2.f Sonstige enthalten.

Die Zementproduktion ist neben der Substitution der Rohstoffe (Hüttenschlacke statt Zementklinker, hier nicht thematisiert) durch ein erhebliches Maß an Brennstoffsubstitutionen beim Klinkerbrennen gekennzeichnet. Dabei kommen vermehrt neben konventionellen Brennstoffen wie Braunkohle, Steinkohle, Öl und Gas so genannte Sekundärbrennstoffe (Abfälle anderer Wirtschaftsbereiche) zum Einsatz. Das führt zu einer Verringerung des Verbrauchs von Regelbrennstoffen.

3.2.9.7.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Zement)

Die Brennstoffeinsätze von konventionellen Brennstoffen sind in der BEU enthalten. Die Quelle für die Brennstoffeinsätze der energiebedingten Prozessfeuerung ist die Statistik des produzierenden Gewerbes (Melde-Nr. 26.51(WZ 2003 alt) → 23.51 (WZ 2008 neu), Herstellung von Zement) und für Abgrenzungen zur Strom- und Wärmeerzeugung die Statistik 067 (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2011c).

Ab 2002 liegen für die Statistik 067 (ebd.) die Daten nur im dreistelligen Meldenummernbereich vor. Das heißt, es können nur Daten für die Meldenummer 26.5 (WZ 2003 alt) → 23.5 (WZ 2008 neu) (Herstellung von Zement, Kalk und gebrannten Gips) als Datengrundlage verwendet werden.

Um eine Trennung zu ermöglichen wurden die bis 2001 verfügbaren Einzel-Daten für die Herstellung von Zement (Meldenummer 26.51(WZ 2003 alt) → 23.51 (WZ 2008 neu)), Herstellung von Kalk (Melde-Nr. 26.52(WZ 2003 alt) → 23.52 (WZ 2008 neu) und Herstellung von Gips (Melde-Nr. 26.53 (WZ 2003 alt) → 23.53 (WZ 2008 neu)) analysiert. Die Trennung zwischen den einzelnen Herstellungsarten (Zement, Kalk, Gips) konnte über die Zuordnung der Einzelbrennstoffe erfolgen.

Dabei konnte festgestellt werden, dass ein Brennstoffeinsatz in Stromerzeugungsanlagen nur für die Herstellung von Zement und Gips ausgewiesen wurde. Wobei in der Zementindustrie in allen Jahren nur leichtes Heizöl ausgewiesen wurde, in der Gipsindustrie darüber hinaus Staub- und Trockenkohle, schweres Heizöl und Erdgas. Aus diesem Grund

wird der Brennstoffeinsatz für leichtes Heizöl (Meldenummer 26.5(WZ 2003 alt) → 26.5 (WZ 2008 neu)) der Zementindustrie anteilig zugeordnet.

Für den ab 2003 in der Statistik 067 (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, 2011c) neu gemeldeten Brennstoff Andere Mineralölprodukte wird angenommen, dass er ebenfalls der Gipsindustrie zuzuordnen ist, da die in der Zementindustrie bisher verwendeten Technologien (für den Einsatz von leichtem Heizöl) nicht für den Einsatz von Anderen Mineralölprodukten geeignet sind.

Im Endbericht zum Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten“ (FKZ 204 41 132) werden die Berechnungsalgorithmen ausführlich beschrieben.

Die Brennstoffeinsätze für die Neuen Bundesländer 1990 wurden mittels des spezifischen Brennstoffverbrauchs des Jahres 1989 und der Produktion des Jahres 1990 errechnet.

In der Zementindustrie werden in nennenswertem Umfang Ersatzbrennstoffe eingesetzt, die nicht in nationalen Statistiken und der Energiebilanz berücksichtigt sind. Als Quelle für die Produktionsangaben und Brennstoffeinsätze wurden Angaben des VDZ genutzt. Das Verfahren für die Zusammenstellung der Aktivitätsdaten mit Raumbezug alte und neue Bundesländer ab 1990 sowie Deutschland ab 1995 ist im Endbericht zum Forschungsvorhaben Einsatz von Sekundärbrennstoffen dokumentiert (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02). Die Arten und Mengen und Energieeinsätze der eingesetzten Ersatzbrennstoffe wurden vom VDZ zur Verfügung gestellt.

In einem ersten Schritt wurden IPCC-gemäß die Brennstoffeinsätze den Gruppen Biomasse oder sonstige Brennstoffe (Abfälle) zugeordnet. Im Rahmen des Forschungsprojekts „Einsatz von Sekundärbrennstoffen“ wurden biogene Anteile von Brennstoffen hergeleitet und über Splitfaktoren in die Berechnung eingespeist. Im gleichen Vorhaben wurden für Ersatzbrennstoffe CO₂-Emissionsfaktoren auf der Basis von Angaben zu Kohlenstoffgehalten, Wassergehalten und Heizwerten abgeleitet (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02).

3.2.9.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Zement)

Im Rahmen des Forschungsprojekts Einsatz von Sekundärbrennstoffen wurden für die Ersatzbrennstoffe die Unsicherheiten der hergeleiteten CO₂-Emissionsfaktoren nach der Monte-Carlo-Methode bestimmt (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02). Dabei wurden die Angaben zu C-Gehalt, Wassergehalt und Heizwert berücksichtigt. Diesen Angaben liegen Schätzungen mit Schwankungen und wenige Mess- oder Analyseergebnisse zugrunde und führen zu einer großen Bandbreite. CO₂-Emissionsfaktoren für Ersatzbrennstoffe gelten inklusive der Unsicherheitenangabe für die gesamte Zeitreihe, weil keine Erkenntnisse zu Trends vorliegen. Die Zeitreihen sind somit konsistent.

Unsicherheiten wurden in 2004 für alle Brennstoffe und für die o.g. Ersatzbrennstoffe hinsichtlich der kompletten Zeitreihe bestimmt. Die Methoden sind im Anhang 13.6 des NIR 2007 und im Endbericht des Forschungsprojekts (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02) erläutert.

Sie wurden für die Aktivitätsraten im Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten (FKZ 204 41 132)“ aktualisiert und im Endbericht dokumentiert.

Die Aktivitätsraten der neuen Bundesländer für das Basisjahr und die Folgejahre 1991-1994 wurden entsprechend den Erkenntnissen aus dem Forschungsprojekt (FKZ 205 41 115 / Teilvorhaben A „Überarbeitung und Dokumentation der Brennstoffeinsätze für stationäre Feuerungsanlagen in den neuen Bundesländern für das Jahr 1990“) angepasst. Die Methode der Rekalkulation ist dem Anhang Kapitel 19.1.2.1 zu entnehmen.

3.2.9.7.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Zement)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 für AR, nach Tier 1 + 2 für EF & ED) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Die Datenreihen zum Ersatzbrennstoffeinsatz in der Zementindustrie wurden im Rahmen des Forschungsprojekts „Einsatz von Sekundärbrennstoffen“ einer intensiven Qualitätskontrolle unterzogen (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02). Dazu wurden die Angaben des Vereins der Zementindustrie (VDZ) auf ihre Validität überprüft bzw. in den sektoralen Kontext eingeordnet.

Weitere Informationen zur Qualitätssicherung siehe CRF 1.A.1.a (Kapitel 3.2.6.4).

3.2.9.7.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f Zement)

Für das Jahr 2010 wurden Rückrechnungen notwendig, da nach dem Vorliegen der endgültigen Energiebilanz gegenüber der vorläufigen Energiebilanz aus der letzten Berichterstattung sämtliche Werte für das Jahr 2010 korrigiert werden mussten. Das führte zu folgenden Rückrechnungen.

Tabelle 37: Rückrechnungen in CRF 1.A.2.f Zement

Einheit [Gg] Jahr	NIR 2012 gesamt	NIR 2013 gesamt	Abweichung absolut					Abweichung relativ gesamt
			gas	liquid	other	solid	gesamt	
2010	6.730	6.132	-5	-259	0	-334	-597	8,88%

3.2.9.7.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.f, Zement)

Die Zuordnung der Brennstoffe zu Zement, Kalk und Gips soll einer Prüfung unterzogen werden.

3.2.9.8 Verarbeitendes Gewerbe - Keramik (1.A.2.f, Keramik)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS	NS	CS
CH ₄	CS	NS	CS
N ₂ O	CS	NS	CS
NO _x , CO, NMVOC, SO ₂	CS/IE	NS/IE	CS/IE

3.2.9.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Keramik)

Die Quellgruppe Keramik 1.A.2.f deckt die Prozessfeuerungen der Ziegelindustrie inklusive sonstiger Baukeramik ab. Eine gegebenenfalls stattfindende Eigenstromerzeugung wird nicht gesondert ausgewiesen, sondern ist unter 1.A.2.f Sonstige enthalten.

3.2.9.8.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Keramik)

Die in der Prozessfeuerung eingesetzten Brennstoffe werden in der Bilanz der Emissionsursachen (BEU) berechnet. Die Quelle für die Brennstoffeinsätze ist die Statistik des produzierenden Gewerbes (Melde-Nr. 26.40 (WZ 2003 alt) → 23.32 (WZ 2008 neu), Ziegelei, Herstellung von sonst. Baukeramik) und für Abgrenzungen zur Strom- und Wärmeerzeugung die Statistik 067 (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2011c).

Im Endbericht zum Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten“ (FKZ 204 41 132) werden die Berechnungsalgorithmen ausführlich beschrieben.

3.2.9.8.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Keramik)

Unsicherheiten wurden für alle Brennstoffe erstmals für das Jahr 2004 bestimmt (Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten, FKZ 204 41 132“). Die Methode ist im Anhangkapitel 13.6 des NIR 2007 erläutert.

3.2.9.8.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Keramik)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 für AR, nach Tier 1 + 2 für EF & ED) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Weitere Informationen zur Qualitätssicherung siehe CRF 1.A.1.a (Kapitel 3.2.6.4).

3.2.9.8.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Keramik)

Für die Quellgruppe sind in diesem Jahr Rückrechnungen für das Jahr 20010 erfolgt, die auf dem Vorliegen der endgültigen Energiebilanz gegenüber der vorläufigen Energiebilanz aus der letzten Berichterstattung begründet sind.

3.2.9.8.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.f, Keramik)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.2.9.9 Verarbeitendes Gewerbe - Glas (1.A.2.f, Glas)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS	NS	CS
CH ₄	CS	NS	CS
N ₂ O	CS	NS	CS
NO _x , CO, NMVOC, SO ₂	CS/IE	NS/IE	CS/IE

3.2.9.9.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Glas)

Hierbei handelt es sich um die Prozessfeuerungen der Bereiche Herstellung von Flachglas, Herstellung von Hohlglas, Herstellung von Glasfasern, Veredlung und Verarbeitung von Flachglas sowie Herstellung, Veredlung von sonstigem Glas, technischen Glaswaren.

Eine gegebenenfalls stattfindende Eigenstromerzeugung wird nicht gesondert ausgewiesen, sondern ist unter 1.A.2.f Sonstige enthalten.

3.2.9.9.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Glas)

Die Quelle für die Brennstoffeinsätze ist die Statistik des produzierenden Gewerbes (Melde-Nr. 26.1(WZ 2003 alt) → 23.1 (WZ 2008 neu), Herstellung von Glas und Glaswaren) und für Abgrenzungen zur Strom- und Wärmeerzeugung die Statistik 067 (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2011c).

Im Endbericht zum Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten“ (FKZ 204 41 132) werden die Berechnungsalgorithmen ausführlich beschrieben.

3.2.9.9.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Glas)

Mit der Umstellung der amtlichen Statistik auf die Klassifikation der Wirtschaftszweige (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2002c) wird seit 1995 nur noch eine Statistik für Gesamtdeutschland verwendet. Dies verbesserte die Zeitreihenkonsistenz im Vergleich zum Zeitraum 1990 bis 1994 erheblich.

Sie wurden für die Aktivitätsraten im Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten (FKZ 204 41 132)“ aktualisiert und im Endbericht dokumentiert.

Unsicherheiten wurden für alle Aktivitätsraten erstmals für das Jahr 2004 bestimmt. Die Methode ist im Anhangkapitel 13.6 des NIR 2007 erläutert.

3.2.9.9.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Glas)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 für AR, nach Tier 1 + 2 für EF & ED) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Weitere Informationen zur Qualitätssicherung siehe CRF 1.A.1.a (Kapitel 3.2.6.4).

3.2.9.9.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Glas)

Für die Quellgruppe sind in diesem Jahr Rückrechnungen für das Jahr 2010 erfolgt, die auf dem Vorliegen der endgültigen Energiebilanz gegenüber der vorläufigen Energiebilanz aus der letzten Berichterstattung begründet sind.

3.2.9.9.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.f, Glas)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.2.9.10 Verarbeitendes Gewerbe - Kalkherstellung (1.A.2.f, Kalk)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS	NS	CS
CH ₄	CS	NS	CS
N ₂ O	CS	NS	CS
NO _x , CO, NMVOC, SO ₂	CS/IE	NS/IE	CS/IE

3.2.9.10.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Kalk)

Für den Einsatz konventioneller Brennstoffe als auch für den Einsatz von Ersatzbrennstoffen beziehen sich die Angaben zu Prozessfeuerungen auf die Herstellung von Kalk.

3.2.9.10.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Kalk)

Die Brennstoffeinsätze für Regelbrennstoffe sind in der BEU enthalten. Die Quelle für diese Brennstoffeinsätze ist die Statistik des produzierenden Gewerbes (Melde-Nr. 26.52/Kalk(WZ 2003 alt) → 23.52 (WZ 2008 neu)).

Laut Statistik 067 (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, 2011c) wurden in den Jahren 1995 – 2001 keine Brennstoffe zur Stromerzeugung in der Kalkindustrie verwendet. Es wird davon ausgegangen, dass auch zukünftig dort kein Strom erzeugt wird. Für die Berechnungen wird daher nur die Statistik 060 (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, 2011b) verwendet.

Im Endbericht zum Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten“ (FKZ 204 41 132) werden die Berechnungsalgorithmen ausführlich beschrieben

Die Brennstoffeinsätze für die neuen Bundesländer 1990 wurden mittels des spezifischen Brennstoffverbrauchs des Jahres 1989 und der Produktion des Jahres 1990 berechnet.

In der Kalkindustrie werden seit 2003 in geringem Maße Ersatzbrennstoffe eingesetzt, die nicht in nationalen Statistiken und der Energiebilanz berücksichtigt sind. Als Quelle für Brennstoffeinsätze wurden Angaben des Bundesverbandes der Deutschen Kalkindustrie genutzt. Das Verfahren für die Zusammenstellung der Aktivitätsdaten mit Raumbezug Deutschland ab 2003 ist im Endbericht zum Forschungsvorhaben "Einsatz von Sekundärbrennstoffen" (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02) dokumentiert. Die Arten und Mengen der eingesetzten Ersatzbrennstoffe wurden vom Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie zur Verfügung gestellt. Im Rahmen des Forschungsprojekts "Einsatz von Sekundärbrennstoffen" wurden biogene Anteile von Brennstoffen hergeleitet und über Splitfaktoren in die Berechnung eingespeist. Im gleichen Vorhaben wurden für Ersatzbrennstoffe CO₂-Emissionsfaktoren auf der Basis von Angaben zu Kohlenstoffgehalten, Wassergehalten und Heizwerten abgeleitet (ebd.).

3.2.9.10.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Kalk)

Mit der Umstellung der amtlichen Statistik auf die Klassifikation der Wirtschaftszweige *STATISTISCHES BUNDESAMT*, 2002c) wird seit 1995 für konventionelle Brennstoffe nur noch eine Statistik für Gesamtdeutschland verwendet. Dies verbesserte die Zeitreihenkonsistenz im Vergleich zum Zeitraum 1990 bis 1994 erheblich.

Unsicherheiten wurden für alle Regelbrennstoffe erstmals für das Jahr 2004 bestimmt. Die Methode ist im Anhang 13.6 des NIR 2007 erläutert.

Sie wurden für die Aktivitätsraten im Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten (FKZ 204 41 132)“ aktualisiert und im Endbericht dokumentiert.

Im Rahmen des Forschungsprojekts "Einsatz von Sekundärbrennstoffen" (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02) wurden für die Ersatzbrennstoffe die Unsicherheiten der hergeleiteten CO₂-Emissionsfaktoren nach der Monte-Carlo-Methode bestimmt. Diesen Angaben liegen Schätzungen mit Schwankungen und wenige Mess- oder Analyseergebnisse zugrunde und führen zu einer großen Bandbreite. CO₂-Emissionsfaktoren für Ersatzbrennstoffe gelten inklusive der Unsicherheitenangabe für die gesamte Zeitreihe, weil keine Erkenntnisse zu Trends vorliegen. Die Zeitreihen sind somit konsistent.

Die Aktivitätsraten der neuen Bundesländer für das Basisjahr 1990 und die Folgejahre 1991-1994 wurden entsprechend den Erkenntnissen aus dem Forschungsprojekt (FKZ 205 41 115 / Teilvorhaben A „Überarbeitung und Dokumentation der Brennstoffeinsätze für stationäre Feuerungsanlagen in den neuen Bundesländern für das Jahr 1990“) angepasst.

3.2.9.10.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Kalk)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 für AR, nach Tier 1 + 2 für EF & ED) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Die Datenzeitreihen zum Einsatz von Ersatzbrennstoffen in der Kalkindustrie im Rahmen des Forschungsprojekts „Einsatz von Sekundärbrennstoffen“ wurden ebenfalls intensiv auf Konsistenz und Plausibilität überprüft (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02). Dazu wurden – wie in den übrigen Wirtschaftszweigen mit Ersatzbrennstoffeinsatz – die gesamte Energie- und Emissionssituation der Branche herangezogen. Die Qualitätskontrolle unterliegt allerdings der Einschränkung, dass die Informationen vom Bundesverband Kalk erstmalig für das Jahr 2003 bereitgestellt wurden.

Die ermittelten Daten fügen sich mit Blick auf den übrigen Brennstoffverbrauch sowie die damit verbundenen CO₂-Emissionen in das sektorale Gesamtbild ein.

Weitere Informationen zur Qualitätssicherung siehe CRF 1.A.1.a (Kapitel 3.2.6.4).

3.2.9.10.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Kalk)

Für die Quellgruppe sind in diesem Jahr Rückrechnungen für das Jahr 2010 erfolgt, die auf dem Vorliegen der endgültigen Energiebilanz gegenüber der vorläufigen Energiebilanz aus der letzten Berichterstattung begründet sind.

3.2.9.10.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.f, Kalk)

Die Zuordnung der Brennstoffe zu Zement, Kalk und Gips soll einer Prüfung unterzogen werden.

3.2.9.11 Verarbeitendes Gewerbe - Weitere Energieerzeugung (1.A.2.f, Sonstige)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS	NS	CS
CH ₄	CS	NS	CS
N ₂ O	CS	NS	CS
NO _x , CO, NMVOC, SO ₂	CS	NS	CS

Diese Subquellgruppe ist wegen ihrer Eigenschaft als Auffangposition für nicht branchenscharf disaggregierbare Brennstoffeinsätze besonders bedeutsam und trägt zu substantiell zu den CO₂-Emissionen des gesamten Energiesektors bei.

3.2.9.11.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f Sonstige)

In dieser Subquellgruppe werden alle Emissionen berichtet, für die sich die Energieeinsätze nicht entsprechend der Gliederung für 1.A.2 disaggregieren lassen. Diese Subquellgruppe ist für ca. ¾ der gesamten CO₂-Emissionen der Quellgruppe 1.A.2 verantwortlich. Werden die

Emissionen aus dem Biomasseeinsatz in den Prozessfeuerungen nicht mitbetrachtet, ist dieser Anteil noch größer.

In dieser Subquellgruppe ist die gesamte Strom- und Wärmeerzeugung in Industriekraftwerken und Kesseln aufgeführt. Hier werden auch alle energiebedingten Emissionen aus der chemischen Industrie berichtet. Das Strukturelement „Übrige Prozessfeuerungen“ ist nicht mit Daten hinterlegt. Ein großer Teil der Energieeinsätze in 1.A.2.f Sonstige wäre den entsprechenden Branchen zuzuordnen, was die Datenlage aber nicht zulässt. Da für die Gase der Quellgruppe 1.A.2 keine Eingangsdaten vorliegen, können diese nicht den einzelnen Prozessen zugeordnet werden und werden hier gesamt berichtet.

3.2.9.11.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f Sonstige)

Die Brennstoffeinsätze zur Stromerzeugung in Industriekraftwerken sind in der Energiebilanzzeile 12 enthalten. Nach Abzug der Brennstoffeinsätze für Raffineriekraftwerke, Grubenkraftwerke, der Kraftwerke des Steinkohlenbergbaus und bis 1999 der Kraftwerke der Deutschen Bahn bleiben als Differenzbetrag die Aktivitätsdaten in den übrigen Industriekraftwerken, die sich zur Zeit nicht weiter untergliedern lassen.

Für die Zuordnung der Brennstoffeinsätze zur Wärmeerzeugung in Industriekraftwerken und Kesseln werden zusätzliche Daten vom Statistischen Bundesamt benötigt. Aus den Statistiken lassen sich die Brennstoffeinsätze zur KWK-Wärmeerzeugung ermitteln. Die Aktivitätsdaten für die Kessel werden als Differenzbetrag errechnet.

Sowohl für die Stromerzeugung als auch für die Wärmeerzeugung erfolgt eine Aufteilung in Gasturbinen, GuD-Anlagen und Gasmotoren.

Eine ausführliche Beschreibung der Berechnungsalgorithmen, die für das Berichtsjahr 2008 grundlegend überarbeitet wurden, liegt im Endbericht zum Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten“ (FKZ 204 41 132) vor.

Die neue Datenquelle BGS-Bogen ermöglichte für die Eisenschaffende Industrie die Ausweisung an Gichtgas zur Energieerzeugung im Bereich der Frischdampfkessel.

Die in der Energiebilanzzeile 54 (Metallerzeugung) ausgewiesene Gesamtenergiemenge für die Verwendung von Gichtgas unterschätzt in Summe die Einsatzmenge an Gichtgas entsprechend BGS-Bogen. Diese unterschätzte Einsatzmenge wird einem Teil der Fackel- und Leitungsverluste per Definition zugeordnet.

Emissionsfaktoren (außer CO₂)

Die Emissionsfaktoren für Kraftwerke und sonstige Kesselfeuerungen zur Dampf-, Heiß- und Warmwasserbereitstellung in der Quellgruppe 1.A.2.f / all other sind RENTZ et al (2002) und FICHTNER et al (2011) entnommen. Eine ausführliche Beschreibung der Vorgehensweise ist dem Kapitel 3.2.6.2 in Verbindung mit dem Kapitel 19.1.2.1 im Anhang 3 zu entnehmen. Die Forschungsvorhaben unterscheiden innerhalb des Sektors nach Kraftwerken der Deutschen Bahn AG, den übrigen Industriekraftwerken sowie den sonstigen Kesselfeuerungen zur Dampf-, Heiß- und Warmwasserbereitstellung.

3.2.9.11.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f Sonstige)**Aktivitätsraten**

Die Unsicherheiten wurden erstmals für das Jahr 2004 bestimmt. Die Methode ist im Anhang-Kapitel 13.6 des NIR 2007 zu finden.

Sie wurden für die Aktivitätsraten im Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten (FKZ 204 41 132)“ aktualisiert und im Endbericht dokumentiert.

Emissionsfaktoren

Die Vorgehensweise bei der Ermittlung der Unsicherheiten ist in dem Kapitel 3.2.6.3.1 beschrieben.

Ergebnis für N₂O: Die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.3.2 gelten entsprechend.

Ergebnis für CH₄: Die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.3.3 gelten entsprechend.

Die Ergebnisse der Ermittlung der Zeitreihenkonsistenz des Kapitels 3.2.6.3.4 gelten entsprechend.

3.2.9.11.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f Sonstige)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 für AR, nach Tier 1 + 2 für EF & ED) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Weitere Informationen zur Qualitätssicherung siehe CRF 1.A.1.a (Kapitel 3.2.6.4).

Aktivitätsraten

Die Qualität der Daten wurde bei der Bearbeitung des Forschungsvorhabens „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten (FKZ 204 41 132)“ überprüft und durch die Verwendung von Statistiken des Statistischen Bundesamtes als Datengrundlage verbessert. Andere, langfristig verfügbare Datenquellen konnten nicht identifiziert werden.

Emissionsfaktoren

Die Ergebnisse der generellen Vorgehensweise bei der quellspezifischen Qualitätssicherung / -kontrolle und Verifizierung des Kapitels 3.2.6.4 gelten entsprechend.

3.2.9.11.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f Sonstige)**Aktivitätsraten**

Für die Quellgruppe sind in diesem Jahr Rückrechnungen für das Jahr 2010 erfolgt, die auf dem Vorliegen der endgültigen Energiebilanz gegenüber der vorläufigen Energiebilanz aus der letzten Berichterstattung begründet sind. Desweiteren kommt es zu Rückrechnungen aufgrund der Überarbeitung des Abfallmodells, wobei bisher vorhandene Doppelzählungen identifiziert und beseitigt wurden.

Tabelle 38: Rückrechnungen für CO₂ in CRF 1.A.2.f Sonstige

Einheit [Gg] Jahr	NIR 2012 gesamt	NIR 2013 gesamt	Abweichung absolut					Abweichung relativ gesamt
			gas	liquid	other	solid	gesamt	
2004	63.254	61.776	0	0	-1.477	0	-1.477	-2,34%
2005	64.743	63.729	0	0	-1.014	0	-1.014	-1,57%
2006	65.742	65.106	0	0	-636	0	-636	-0,97%
2007	65.085	63.649	0	0	-1.435	0	-1.435	-2,21%
2008	62.419	61.574	0	0	-845	0	-845	-1,35%
2009	61.082	59.979	212	-137	-1.178	1	-1.103	-1,81%
2010	64.616	63.886	2.045	-412	-1.954	-408	-731	-1,13%

Emissionsfaktoren:

Die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.5 gelten entsprechend.

3.2.9.11.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.f Sonstige)**Aktivitätsraten:**

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Emissionsfaktoren:

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

3.2.10 Transport (1.A.3)**3.2.10.1 Transport - Ziviler Luftverkehr (1.A.3.a)****3.2.10.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.a)**

CRF 1.A.3.a	Gas	HK	1990		2011		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
Aviation Gas	CO ₂	-	-	2.309,6	(0,19%)	1.836,9	(0,20%)	-20,47%
Aviation Gas	N ₂ O	-	-	24,0	(0,00%)	19,3	(0,00%)	-19,40%
Aviation Gas	CH ₄	-	-	2,0	(0,00%)	1,8	(0,00%)	-11,14%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	Tier 1, Tier 2	NS/IS	CS D (Schmierstoffe)
CH ₄	Tier 1, Tier 2	NS/IS	D
N ₂ O	Tier 1, Tier 2	NS/IS	D
NO _x , CO	Tier 3	NS/IS	CS
NMVOC	Tier1, Tier 3	NS/IS	CS/D
SO ₂	Tier 1	NS/IS	CS

Die Quellgruppe *Ziviler Luftverkehr* ist keine Hauptkategorie.

Der Flugverkehr unterscheidet sich in der Entstehung seiner Emissionen in hohem Maße von den land- und wassergebundenen Verkehrsträgern: die Verbrennung der Treibstoffe findet hier weitestgehend unter von bodengebundenen Verhältnissen verschiedenen und zudem wechselnden atmosphärischen Bedingungen statt. Wesentliche Einflussfaktoren auf den Verbrennungsprozess sind der atmosphärische Druck, die Umgebungstemperatur sowie die Luftfeuchte, also Faktoren, die mit der Flughöhe erheblich variieren.

In der Debatte um die Klimawirksamkeit und die durch Luftschadstoffemissionen hervorgerufenen Umweltauswirkungen des Flugverkehrs werden neben Kohlendioxid hauptsächlich Wasserdampf sowie Stickstoffoxide und nachrangig Kohlenwasserstoffe, Partikel, Kohlenmonoxid und Schwefeldioxid wahrgenommen. Im Rahmen der nationalen Emissionsberichterstattung werden allerdings auch Angaben für weitere Emissionen gefordert. Die folgenden Ausführungen beziehen sich daher auf die Emissionen von Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffoxid (N₂O, Lachgas), Stickstoffoxide (NO_x, d.h. NO und NO₂), Kohlenmonoxid (CO), flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC), Schwefeldioxid (SO₂), Staub (TSP) sowie Ammoniak (NH₃).

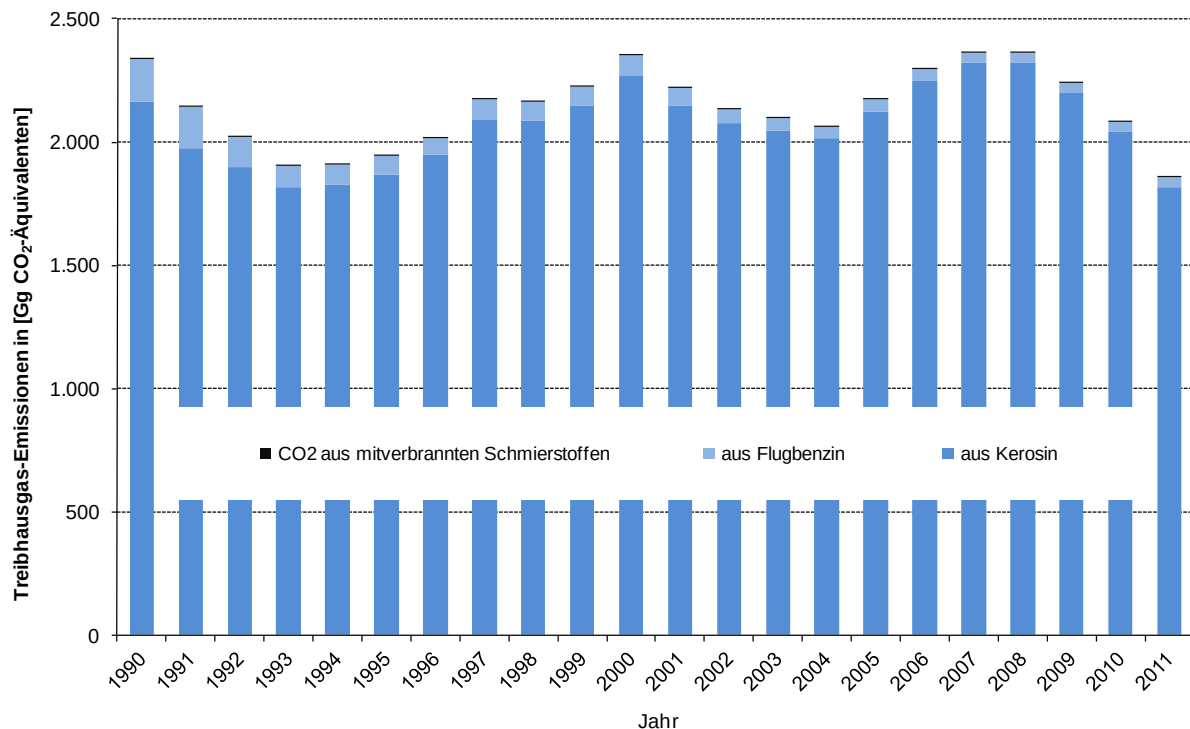


Abbildung 31: Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des nationalen Flugverkehrs 1990-2011

3.2.10.1.2 Methodische Aspekte (1.A.3.a)

Die Berechnung der Luftverkehrsemissionen erfolgt nach Tier 3a, also unter Berücksichtigung der von einzelnen Flugzeugtypen jährlich geflogenen Strecken, getrennt nach nationalen und internationalen Flügen und unter Berücksichtigung der Flugbetriebszustände LTO-Zyklus (Landing/Take-off-Zyklus, d.h. Flugbewegungen bis 3.000 Fuß bzw. ca. 915 m) und Cruise.

Grundsätzlich basiert die Ermittlung der Emissionen auf den Verbrauchsdaten der Energiebilanz für Kerosin und Flugbenzin (AGEB, 2012). Für Jahre, für die noch keine oder nur eine vorläufige Energiebilanz vorliegt, werden die Absatzzahlen des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA, 2012) verwendet. Entscheidend für die Berichterstattung ist die Abgrenzung zwischen innerdeutschem und internationalem Flugverkehr. Diese erfolgt durch einen sogenannten Splitfaktor, der den Anteil der innerdeutschen Flüge am Gesamt-Kerosinverbrauch darstellt. Für alle Jahre ab 2003 werden dabei von Eurocontrol übermittelte Zahlen genutzt. Die Europäische Flugsicherung berechnet den Treibstoffverbrauch mit dem ANCAT-Modell auf Grundlage von einzelnen Flugbewegungen, jedoch ohne den Treibstoffverbrauch mit nationalen Energiebilanzen

abzugleichen. Für die Jahre 1990 bis 2002 werden dagegen die Ergebnisse eines Forschungsprojekts verwendet, die auf den von einzelnen Flugzeugtypen geflogenen Strecken nach Großkreisentfernungen basieren (FKZ 360 16 029 – „Entwicklung eines eigenständigen Modells zur Berechnung des Flugverkehrs (TREMOT-AV)“ (IFEU & ÖKO-INSTITUT 2010). Die Daten dazu werden vom Statistischen Bundesamt erfasst. Für die Aufteilung des Kerosinverbrauchs auf die Phasen LTO (Landing/Take-off: Landung & erneuter Start) und Cruise (Reiseflug) werden wiederum die Ergebnisse der in TREMOD-AV (TREMOT Aviation) basierend auf Daten des Statistischen Bundesamtes erfolgten Berechnungen verwendet.

Für die Berichterstattung werden die Emissionen durch die Multiplikation des Treibstoffverbrauchs der jeweiligen Flugphase mit spezifischen Emissionsfaktoren ermittelt. CO₂- und SO₂-Emissionen sind unabhängig von der verwendeten Methode und beruhen allein auf der Menge bzw. den Eigenschaften des eingesetzten Treibstoffs. Emissionen von NMVOC, CH₄, CO, NO_x und N₂O hingegen sind abhängig von Motoren, Flughöhen, Flugphasen u.a. und werden mit höherem Tier genauer beschrieben. Die Emissionsfaktoren für NO_x, CO und HC werden deshalb aus den Ergebnissen der TREMOD-Berechnungen übernommen.

Das eingesetzte Flugbenzin wird seit dem Jahr 2007 nicht mehr dem verbrauchten Kerosin zugerechnet, sondern eigenständig berichtet. Die durch den Einsatz von Flugbenzin verursachten Emissionen werden, wie in IPCC 2006a vorgeschlagen, mit angepassten Emissionsfaktoren und Heizwerten separat nach Tier 1 berechnet. Eine Aufteilung in einen nationalen und internationalen Anteil ist hier, da Flugbenzin nur in kleineren, hauptsächlich inländisch verkehrenden Flugzeugen Verwendung findet, nicht angezeigt. Diese konservative Annahme führt zu einer leichten Überschätzung der nationalen Emissionen.

Aktivitätsdaten:

Flugturbinentreibstoff / Kerosin

Die Verbrauchsdaten entsprechen dem in Deutschland abgesetzten Flugtreibstoff nach der nationalen Energiebilanz (aktuell bis 2011) bzw. den Amtlichen Mineralöldata für die Bundesrepublik Deutschland vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (AGEB, 2012; BAFA, 2012).

Bei der Verwendung von Zahlen aus der Energiebilanz bzw. den BAFA-Statistiken ist eine Aufteilung des dort berichteten Kerosinverbrauchs auf nationale und internationale Flüge erforderlich, die wie oben beschrieben erfolgt. Die Berechnungen innerhalb TREMOD-AV berücksichtigen dabei die Anzahl der Flüge nach Flugzeugtypen und Großkreisentfernungen für den nationalen und internationalen Flugverkehr. Einbezogen werden die vom Statistischen Bundesamt erfassten gewerblichen Flüge auf ausgewählten Flugplätzen. Die anderen Flugarten (auf anderen Flugplätzen und nicht-gewerblich) werden vom Statistischen Bundesamt nur nach Gewichtsklassen oder Flugzeug-Klassen unterschieden, jedoch nicht nach Destination. Bei gewerblichen Flügen auf sonstigen Flugplätzen handelt es sich zu einem weit überwiegenden Teil um Flüge mit kleinen, mit Flugbenzin betriebenen Maschinen. Beim nicht-gewerblichen Flugverkehr, der auch Ballone und Segelflugzeuge umfasst, ist der Anteil dieser Flugzeugtypen noch höher. Die Allokation der Gesamtheit dieser Flüge auf den (rein nationalen) Flugbenzinverbrauch zeigt sich in den überschlägigen Berechnungen nach IFEU & ÖKO-INSTITUT (2010) als angemessen.

Aus Gründen der internationalen Vergleichbarkeit werden die ab dem Jahr 2003 von Eurocontrol verfügbaren Werte auch weiterhin verwendet.

Tabelle 39: Entwicklung des auf innerdeutsche Flüge entfallenden an den gesamten Inlandsablieferungen für Kerosin, ab 1990

Jahr		1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
nationaler Anteil ⁽¹⁾	[%]	15,1	10,8	10,3	8,3	8,4	8,4	8,3	8,1	7,6	7,1

Quelle: Öko-Institut (2012): 1990-2002: berechnet innerhalb TREMOD-AV anhand Flugbewegungsdaten des Statistischen Bundesamtes, ab 2003: Eurocontrol (ANCAT)²¹

Die Aufteilung des Kerosinverbrauchs auf die beiden Flugphasen *LTO* und *Cruise* erfolgt ebenfalls anhand von TREMOD-AV-Berechnungen. Diese ermöglichen die Ausspielung der Kerosinverbräuche in der Flugphase LTO (siehe IFEU & ÖKO-INSTITUT, 2010) für den nationalen und internationalen Flugverkehr. Der Verbrauch in der Flugphase Cruise ergibt sich dann jeweils aus der Differenz des Kerosinverbrauchs nach der Energiebilanz zu dem Verbrauch in der LTO-Phase.

Flugbenzin

Die Verbrauchsdaten entsprechen dem in Deutschland abgesetzten Flugtreibstoff nach der nationalen Energiebilanz bzw. den Amtlichen Mineralöl Daten für die Bundesrepublik Deutschland vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (AGEB, 2012; BAFA, 2012). Hier wird konservativ angenommen, dass der gesamte Verbrauch auf den nationalen Flugverkehr entfällt. Eine Aufteilung in LTO-Zyklus und Cruise-Phase ist nach IPCC 2006a nicht erforderlich.

Schmierstoffe

Die Angaben zum jährlichen Einsatz von Schmierstoffen im Flugverkehr werden den Amtlichen Mineralöl Daten des BAFA entnommen und der mitverbrannte Teil durch eine Expertenschätzung ermittelt.

Emissionsfaktoren:

Flugturbinentreibstoff / Kerosin

Der Emissionsfaktor für *Kohlendioxid* wurde aus dem Gehalt an Kohlenstoff im Kerosin abgeleitet: Der so ermittelte durchschnittliche *Emissionsfaktor für Kohlendioxid aus Kerosin* 3.150 g/kg ist durch zahlreiche Publikationen abgesichert (u.a. IPCC, 1999: S. 3.64) und wird unverändert für den gesamten Flugverkehr (national/international; LTO/Cruise) verwendet.

Distickstoffoxid (Lachgas) ist ein Produkt der Oxidation von Stickstoff in der Brennkammer, das in Spuren entstehen kann. Die diesbezügliche Datenlage ist grundsätzlich schlecht. Da eine Aufgliederung der Emissionsfaktoren in die beiden Flugphasen erforderlich ist, werden die Emissionsfaktoren sowohl für Lachgas als auch *Methan* der IPCC-Emissionsfaktoren-Datenbank entnommen (siehe Tabelle 355).

Die weiteren Emissionen werden, basierend auf den jeweiligen Emissionsfaktoren, nach Flugphasen getrennt berechnet. Dabei werden unterschiedliche Quellen verwendet.

³ aktuelle Werte für 2007 bis 2011 aus persönlicher E-Mail-Kommunikation mit Rachel Burbidge, EUROCONTROL

Die Emissionen von NO_x, CO und NMVOC basieren dabei auf in TREMOD-AV hinterlegten Flugzeugtyp-spezifischen Emissionsfaktoren aus denen durchschnittliche (implizite) Emissionsfaktoren erzeugt werden, die innerhalb des ZSE für die Berichterstattung verwendet werden. Für die Berichterstattung werden wie oben beschrieben, auch hier jährliche durchschnittliche Emissionsfaktoren für die ganze Flotte abgeleitet.

Die Rückrechnung der Emissionen pro LTO-Zyklus erfolgt unter Verwendung von Standardwerten für den Kerosinverbrauch pro LTO-Zyklus: Für den nationalen Flugverkehr sind das 850 kg Kerosin/LTO, für den internationalen Flugverkehr wird ein mittlerer Wert von 1.675 kg Kerosin/ LTO-Zyklus angenommen (IPCC 2006b). Angaben zu den darüber hinaus betrachteten Luftschadstoffen finden sich in Kapitel 19.1.3.1 im Anhang.

Die Umrechnung der Emissionsfaktoren von [kg Emissionen/kg verbrannter Treibstoff] in [kg Emissionen/TJ umgesetzte Energie] erfolgt in den Jahren bis 2003 über einen Heizwert in Höhe von 43.000 kJ/kg, ab 2004 jedoch von 42.800 kJ/kg (AGEB, 2011a).

Flugbenzin

Für Flugbenzin ist nach IPCC 2006a keine Unterteilung in LTO-Zyklus und Cruise-Phase erforderlich. Damit erfolgt auch keine entsprechende Unterteilung der Emissionsfaktoren.

Für die Berechnung der CO₂-Emissionen wird der Standard-Wert nach den *IPCC Guidelines* (2006a) übernommen. In diesen Richtlinien (Seite 3-64) werden die *Methan*- und *Lachgas*-Emissionsfaktoren explizit mit den für die Verwendung von Kerosin angegebenen Werten gleichgesetzt. Diese Annahme wird hier übernommen.

Wie auch für Kerosin wurden die Emissionsfaktoren für NO_x und CO aus den Ergebnissen der TREMOD-Berechnungen gewonnen, für die Flugzeugtyp-spezifische Emissionsfaktoren der EMEP-/EEA-Datenbank verwendet wurden. Diese wurden anschließend durch den Flugbenzinverbrauch geteilt, um jährliche, durchschnittliche Emissionsfaktoren zu gewinnen, die in die Berichterstattung eingehen. Alle Emissionsfaktoren sind in Tabelle 40 aufgeführt.

Tabelle 40: Emissionsfaktoren für Flugbenzin (1990-2011)

Treibhausgas	Emissionsfaktor [g/kg]	Bemerkung zur Quelle oder Berechnung
CO ₂	3.018,00	aus IPCC Guidelines 2006 Table 3.6.4
CH ₄	0,36	entspricht EF Kerosin, LTO/national/
N ₂ O	0,10	entspricht EF Kerosin, Cruise/national/

Quelle: Öko-Institut (2012)

Die Umrechnung der Emissionsfaktoren von [kg Emissionen/kg verbranntes Flugbenzin] in [kg Emissionen/TJ umgesetzte Energie] erfolgte über den Heizwert als Umrechnungsfaktor in Höhe von 44.300 kJ/kg.

Schmierstoffe

CO₂-Emissionen aus der Mitverbrennung von Schmierstoffen wurden über einen IPCC-Default-EF von 80.000 kg/TJ berechnet. - Die Emissionsfaktoren für Methan und Lachgas aus der Mitverbrennung von Schmierstoffen sind bereits in den entsprechenden Emissionsfaktoren der verwendeten Kraftstoffe abgebildet. Die Emissionen sind damit in den für die einzelnen Kraftstoffe berechneten Mengen enthalten und werden hier als IE (included elsewhere) berichtet.

3.2.10.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.a)

Zur Ermittlung der Unsicherheiten werden die einzelnen Komponenten identifiziert, die in die Berechnung der Emissionen einfließen, und deren Unsicherheiten (U_1 bis U_x) quantifiziert. Durch die additive Verknüpfung der quadrierten Teilunsicherheiten ergibt sich jeweils die Gesamtunsicherheit U_{ges} laut IPCC GPG (2000) aus der Formel:

$$U_{ges} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2}$$

Die Unsicherheiten wurden für die gesamten Zeitreihen und Flugphasen als Mittelwerte abgeschätzt. Die Berechnung der Gesamt-Unsicherheiten erfolgte wie in Anhangkapitel 19.1.3.1.2 dargestellt. In der linken Spalte werden die Komponenten der Unsicherheitsberechnung, rechts daneben die Teil-Unsicherheiten aufgeführt. Darauf folgen die Spalten der Werte für die zu bestimmenden Gesamt-Unsicherheiten. Diese stellen zum Teil ebenfalls wieder Einzelkomponenten der Unsicherheitsberechnung eines anderen Wertes dar: Zum Beispiel berechnet sich die Unsicherheit für den nationalen Kerosinverbrauch in den beiden Flugphasen LTO und Cruise aus den Teilunsicherheiten des gesamten nationalen Kerosinverbrauchs sowie der Teilunsicherheit der LTO/Cruise Aufteilung. Letztere basiert auf der Anzahl der Flugbewegungen nach dem *Statistischen Bundesamt* und den Annahmen zur Flottenaufteilung (im nationalen Flugverkehr wird entsprechend den IPCC-Annahmen ein durchschnittlicher Verbrauch von 850 kg Kerosin pro LTO-Zyklus angesetzt). Die Gesamt-Unsicherheit des LTO bzw. Cruise Kerosinverbrauchs stellt wiederum eine Teilunsicherheit bei der Ermittlung der Unsicherheiten für die Emissionen dar.

Einzelne Teilunsicherheiten basieren auf Annahmen. So ist eine Unsicherheit für die gesamte Zeitreihe des Splits zur Aufteilung des nationalen und internationalen Flugverkehrs z.B. als Mittelwert über die Zeitreihe angegeben: Für die Jahre 1990 bis 2002 beruhen die Daten auf TREMOD-Berechnungen, die wiederum auf den Daten des Statistischen Bundesamtes sowie den Emissionsfaktoren der EMEP/EEA-Datenbank und eigenen Berechnungen basieren. Für die Jahre 2003 bis 2011 werden Angaben von Eurocontrol verwendet, die mit dem ANCAT-Modell berechnet wurden. Vergleiche von Stichproben der Modellergebnisse nach dem ANCAT-Modell mit dem tatsächlichen Verbrauch ergeben Abweichungen von ± 12 %. Daten von Eurocontrol nach dem AEM 3-Modell wären nur mit einer Unsicherheit von 3 bis 5 % behaftet (EUROCONTROL 2006).

3.2.10.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.a)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Die derzeitige Berechnungspraxis wurde auf der Basis aktuellerer Daten und Erkenntnisse verifiziert. Dies betrifft die verschiedenen eingesetzten Emissionsfaktoren und den zur Umrechnung in energiebezogene Emissionsfaktoren benötigten Energiegehalt.

Die Berechnung der Treibhausgas-Emissionen beruht im Kern auf den Daten der Energiebilanz und den Emissionsfaktoren nach den IPCC-Guidelines. Die Aufteilung in den nationalen und internationalen Flugverkehr mit dem Splitfaktor erfolgt gemäß TREMOD-AV (für die Jahre 1990-2002) und den Angaben von Eurocontrol (ab 2003). Ebenso resultieren

die Aufteilung in die beiden Flugphasen und die Emissionsfaktoren für NO_x, HC und CO aus den TREMOD-Berechnungen. Diese basieren auf den Daten des Statistischen Bundesamtes sowie auf Flugzeugtyp-spezifischen Daten, die der EMEP-EEA Datenbank entnommen wurden. Für eine mit der Zeit steigende Zahl von Flugzeugtypen, für die keine spezifischen Daten verfügbar sind, mussten Emissionsfaktoren mit Hilfe von Regressionen auf Basis des Startgewichts gewonnen werden. Die Verwendung aktuellerer und vollständigerer Flugzeugtyp-spezifischer Daten würde die Qualität der Berechnungen weiter erhöhen. Auch eine Erweiterung der TREMOD-Berechnung um die Unterscheidung nach verwendeten Antrieben würde eine weitere Verbesserung bedeuten.

Bis auf die Emissionsfaktoren für Schwefeldioxid wurden internationale Standardwerte verwendet, die der IPCC-Emissionsfaktoren-Datenbank bzw. der EMEP/EEA-Datenbank sowie dem EMEP/EEA Guidebook 2009 (EMEP/EEA 2010) entnommen wurden. Eine Diskussion der einzelnen Werte findet im Kapitel „Methodische Aspekte“ bei der Vorstellung der Emissionsfaktoren statt.

Im Oktober 2011 wurden von Eurocontrol erstmals landesspezifische Verbrauchs- und Emissionsdaten aus dem Modell PAGODA übermittelt, die vorerst jedoch nur zur Verifikation der eigenen Erhebungen herangezogen wurden.

3.2.10.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.3.a)

Rückrechnungen gegenüber der Berichterstattung 2012 erfolgten weitestgehend aufgrund der Revision der durch Eurocontrol berechneten und übermittelten Anteile des innerdeutschen (nationalen) bzw. internationalen Flugverkehrs am gesamten inländischen Kerosinabsatz.

Tabelle 41: Revision des Anteils des innerdeutschen Flugverkehrs am inländischen Kerosinabsatz 2007-2010

	Einheit	2007	2008	2009	2010
Submission 2013		8,37	8,28	8,09	7,62
Submission 2012	[%]	8,10	7,99	7,71	7,36
Differenz absolut		0,26	0,29	0,38	0,26
Differenz relativ	[%]	3,25	3,62	4,98	3,49

Daraus ergeben sich folgende Änderungen an den hier verwendeten Aktivitätsdaten:

Tabelle 42: Neuberechnung des Kerosinverbrauchs des innerdeutschen Flugverkehrs 2007-2010

	Einheit	2007	2008	2009	2010
Submission 2013		31.327	31.320	29.710	27.550
Submission 2012	[TJ]	30.340	30.225	28.301	26.622
Differenz absolut		988	1.095	1.409	928
Differenz relativ	[%]	3,25	3,62	4,98	3,49

Tabelle 43: Revision der Menge mitverbrannter Schmierstoffe 2007-2010

	Einheit	2007	2008	2009	2010
Submission 2013		0,94	0,72	0,59	0,12
Submission 2012	[TJ]	0,91	0,70	0,56	0,11
Differenz absolut		0,03	0,02	0,03	0,01
Differenz relativ	[%]	3,30	2,86	5,36	9,09

Aus den beschriebenen Änderungen an Eingangsdaten ergeben sich gegenüber der Submission 2012 folgende Neuberechnungen der für die Jahre 2007 bis 2010 berichteten Treibhausgas-Emissionen:

Tabelle 44: Auswirkungen der beschriebenen Überarbeitungen des Inventars auf die berichteten Treibhausgas-Emissionen, ab 2007

	Einheit	2007	2008	2009	2010
Submission 2013	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	2.363	2.365	2.242	2.081
Submission 2012		2.290	2.284	2.138	2.012
Differenz absolut		73	81	104	69
Differenz relativ	[%]	3,19	3,55	4,87	3,41

3.2.10.1.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.3.a)

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

3.2.10.2 Transport - Straßenverkehr (1.A.3.b)

3.2.10.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.b)

CRF 1.A.3.b	Gas	HK	1990 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		2011 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Trend
all fuels	CO ₂	L T/T2	150.358,3	(12,34%)	147.867,4	(15,97%)	-1,66%
all fuels	N ₂ O		1.158,4	(0,10%)	1.338,3	(0,14%)	15,53%
all fuels	CH ₄		1.106,1	(0,09%)	148,1	(0,02%)	-86,61%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	Tier 2	NS	CS D (Biodiesel, Schmierstoffe)
CH ₄	Tier 3	NS	CS/M/D
N ₂ O	Tier 3	NS	CS/M
NO _x , CO, NMVOC, SO ₂	Tier 3	NS	CS/M

Die Quellgruppe *Straßenverkehr* ist für CO₂-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend.

In der genannten Kategorie werden die Emissionen aus dem motorisierten Straßenverkehr in Deutschland berichtet. Berücksichtigt ist der Verkehr auf öffentlichen Straßen im Inland ohne den land- und forstwirtschaftlichen sowie den militärischen Verkehr. Die Berechnungen erfolgen für die Fahrzeugkategorien Personenkraftwagen (PKW), motorisierte Zweiräder (MZR), Leichte Nutzfahrzeuge (LNF), Schwere Nutzfahrzeuge (SNF) und Busse. Diese werden für die Berechnung in so genannte *Fahrzeugschichten* mit gleichem Emissionsverhalten untergliedert. Hierzu werden die Fahrzeugkategorien zusätzlich nach der Art des verwendeten Kraftstoffs, der Fahrzeuggröße (Nutzfahrzeuge und Busse nach ihrer Gewichtsklasse; PKW und motorisierte Zweiräder nach ihrem Hubraum) und der eingesetzten Schadstoffminderungstechnik gemäß den EU-Richtlinien zur Abgasgesetzgebung („EURO-Normen“) sowie des regionalen Fahraufkommens (außerorts, innerorts und Autobahn) differenziert.

3.2.10.2.2 Methodische Aspekte (1.A.3.b)

Durch Einführung des Katalysators und motortechnischen Verbesserungen infolge der kontinuierlichen Verschärfung der zulässigen Abgaswerte sowie durch verbesserte Kraftstoffqualitäten sind die Emissionen aus dem Straßenverkehr an CH₄, NO_x, CO, NMVOC und SO₂ seit 1990 drastisch zurückgegangen.

Die starke Abnahme des Methan-Emissionsfaktors für Benzin und damit auch der Methan-Emissionen zwischen 1990 und 1993 ist insbesondere auf die massive Reduzierung der Kraftfahrzeuge mit Zweitaktmotoren in den neuen Bundesländern zurückzuführen. Weitere Minderungen sind Folge der genannten Abgas-Grenzwertverschärfungen.

Für Busse und Schwere Nutzfahrzeuge (über 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht) wurde der zulässige Abgasgrenzwert für Kohlenwasserstoffe (HC) mit Einführung der EURO3-Norm im Jahr 2000 erheblich gesenkt (-40 %). Da EURO3-Fahrzeuge ab dem Jahr 2000 sehr schnell in den Markt kamen, verminderten sich der Emissionsfaktor und die Emissionen für Kohlenwasserstoffe aus Dieselmotoren nach 2000 deutlich. Dies gilt analog für Methan, das als fester Anteil an den Gesamt-HC-Emissionen berechnet wird.

N₂O-Emissionen entstehen hauptsächlich infolge unvollständiger Reduktion von NO zu N₂ im 3-Wege-Katalysator und sind gesetzlich nicht limitiert. Durch die wachsende Zahl von PKW mit Katalysator stiegen die N₂O-Emissionen gegenüber 1990 zunächst an. Neuere Katalysatoren sind jedoch so optimiert, dass nur noch geringe Mengen an Distickstoffoxid entstehen. In Folge dessen nahmen die N₂O-Emissionen im Zeitraum 2000-2006 ab. Seit dem ist wieder ein Anstieg der Emissionen zu verzeichnen. Dieser ist auf den zunehmenden Einsatz der SCR-Technik bei Schweren Nutzfahrzeugen zurückzuführen, bei dem unter bestimmten Bedingungen N₂O als unerwünschtes Nebenprodukt auftritt.

Die CO₂-Emissionen sind direkt vom Kraftstoffverbrauch abhängig. Der Anstieg der Emissionen zwischen 1990 und 1999 ist dadurch begründet, dass die fahrzeugspezifischen Verbrauchsminderungen durch den Zuwachs der Fahrleistungen überkompensiert wurden. Im Zeitraum 2000-2009 sind die Emissionen des Straßenverkehrs aus fossilen Kraftstoffen erstmals gesunken. Diese Entwicklung dürfte im Wesentlichen auf die Verringerung der spezifischen Kraftstoffverbräuche, die deutliche Verschiebung zugunsten von Dieselfahrzeugen bei den Neuzulassungen, den kontinuierlichen Anstieg der Kraftstoffpreise, die Verwendung von Biokraftstoffen, aber auch auf die Verlagerung von Tankvorgängen ins Ausland zurückzuführen sein (s. folgende Absätze).

Da sich die oben genannten Trends abschwächten und gleichzeitig die Fahrleistungen zunahmen, stiegen in den Jahren 2010 und 2011 die CO₂-Emissionen wieder an.

Tabelle 45: Emissionen des Straßenverkehrs (alle Angaben in Gg)

	CO ₂		CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC ³⁾	SO ₂
	fossil ¹⁾	bio ²⁾						
1990	150.358,34	0,00	52,12	3,76	1.350,94	6.624,59	1.165,01	90,20
1995	165.104,05	106,48	33,14	5,41	1.162,92	3.872,21	547,09	69,31
2000	171.229,50	869,14	20,84	5,05	1.053,90	2.417,88	315,83	19,67
2005	151.710,57	5.575,96	12,47	3,25	755,60	1.529,89	194,59	0,81
2006	147.812,44	10.181,74	11,14	3,17	732,13	1.388,94	176,73	0,81
2007	144.710,97	11.009,47	9,92	3,29	665,87	1.263,17	158,53	0,79
2008	144.503,49	8.920,63	8,63	3,50	583,54	1.148,94	140,55	0,78
2009	144.187,60	8.033,49	8,00	3,69	530,12	1.085,51	130,95	0,78
2010	145.460,75	8.494,71	7,34	4,01	507,83	1.018,54	121,59	0,79
2011	147.867,39	8.244,23	7,05	4,32	480,70	990,66	117,21	0,80

¹⁾ inklusive CO₂ aus mitverbrannten Schmierstoffen

²⁾ CO₂-Emissionen aus Bio-Kraftstoffen sind hier nur nachrichtlich aufgeführt

³⁾ inklusive verdunstungsbedingter Emissionen

Die Berechnung der CO₂-Emissionen aus dem motorisierten Straßenverkehr in Deutschland erfolgt durch einen „*bottom up*“-Ansatz (Tier 2-Verfahren nach IPCC GPG, 2000: S. 2.46): Die in Deutschland verkauften Kraftstoffe (Benzin, Bio-Ethanol, Diesel, Biodiesel, Flüssig- und Erdgas, Petroleum (bis 2002)) werden dazu innerhalb des Modells TREMOD („Transport Emission Model“) auf die einzelnen Fahrzeugschichten verteilt (vgl. Kapitel 19.1.3.2). Die in das Modell einfließenden Verbrauchsdaten je Kraftstoffart werden den *Energiebilanzen* entnommen. Die Berechnung der CO₂-Emissionen erfolgt nach Import der schichtspezifischen Kraftstoffverbräuche mittels landesspezifischer Emissionsfaktoren im ZSE.

Die Berechnung der Nicht-CO₂-Emissionen erfolgt mit Hilfe des Modells TREMOD (IFEU, 2012)²². Darin ist ein Tier 3-Verfahren implementiert, bei dem Fahrleistungen der einzelnen Fahrzeugschichten mit spezifischen Emissionsfaktoren multipliziert werden. Für PKW und Leichte Nutzfahrzeuge wird zusätzlich ein „*Kaltstart-Zuschlag*“ addiert. Der je Kraftstoffart ermittelte Gesamtverbrauch wird mit dem Verbrauch gemäß Energiebilanz abgeglichen und die Emissionen werden mit Hilfe von Faktoren, die aus diesem Abgleich gewonnen wurden, korrigiert. Für benzingetriebene Fahrzeuge werden in Abhängigkeit von der Minderungstechnik Verdampfungsemissionen an VOC berechnet.

Aus den Emissionen und den Kraftstoffverbräuchen der einzelnen Fahrzeugschichten werden aggregierte, kraftstoffbezogene Emissionsfaktoren abgeleitet (kg Emission pro TJ Kraftstoffeinsatz) und an die Datenbank ZSE übergeben. In Anlehnung an die CORINAIR-Berichtsstruktur sind diese Faktoren nur noch nach der Kraftstoffart, der Straßenart (Autobahn, Landstraße, Innerortsstraße) und innerhalb der Fahrzeugkategorien nach „ohne/mit“ Schadstoffminderungstechnik differenziert. Bei der Minderungstechnik wird wie folgt unterschieden:

22 Um Minderungsmaßnahmen ableiten und bewerten zu können, werden mit TREMOD auch der Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen der einzelnen Fahrzeugkategorien berechnet. Die Werte werden anschließend mit dem Gesamtverbrauch und der Gesamtemission an CO₂ abgeglichen.

Tabelle 46: Unterscheidung von Minderungstechniken im Straßenverkehr

betrachtete Fahrzeugklassen	Minderungstechnik	
	ohne	mit
PKW und Leichte Nutzfahrzeuge mit Otto-Motor	ohne G-Kat	mit G-Kat
PKW und Leichte Nutzfahrzeuge mit Diesel-Motor sowie Busse, Schwere Nutzfahrzeuge, motorisierte Zweiräder	vor EURO1	ab EURO1

Für die Berechnung mit TREMOD wurden zahlreiche Basisdaten aus allgemein zugänglichen Statistiken und speziellen Untersuchungen verwendet, aufeinander abgestimmt und ergänzt. Im Folgenden sind ein Überblick über die Hauptquellen sowie wichtige Annahmen dargestellt. Detaillierte Beschreibungen der Datengrundlagen, einschließlich Angaben der verwendeten Quellen sowie der in TREMOD verwendeten Berechnungsmethoden sind im o.g. Bericht von IFEU zu finden.

Kfz-Bestandsdaten:

Für Westdeutschland ab 1990 bis 1993 sowie für Deutschland ab 1994 wurden die Bestände aufgrund der offiziell veröffentlichten Bestands- und Neuzulassungsstatistiken des Kraftfahrt-Bundesamtes aufgearbeitet. Basis der Bestandsanalyse für Ostdeutschland im Jahr 1990 waren eine detaillierte Analyse der Abgas-Prüfstelle Adlershof im Jahr 1992 sowie die Zeitreihen in den statistischen Jahrbüchern der DDR. Zwischen 1991 und 1993 musste der Bestand mit Hilfe zahlreicher Annahmen geschätzt werden.

Die Bestandsdaten der Bezugsjahre ab 2001 stehen für das TREMOD-Modell als Ergebnis einer Datenbankabfrage beim Kraftfahrt-Bundesamt zur Verfügung. Diese liefert die Fahrzeugbestände pro Bezugsjahr in der für die Emissionsberechnung notwendigen Gliederung nach den Merkmalen: Antriebsart (Otto, Diesel, sonstige), Größenklasse, Fahrzeugalter und Emissionsstandard. Als repräsentativ für die Flottenzusammensetzung eines Bezugsjahres wird der Bestand zur Jahresmitte angenommen.

Emissionsfaktoren:

Die Gesamtheit der Emissionsfaktoren ist im „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 3.1“ (HBEFA) abgelegt (INFRAS, 2010). Das Handbuch entstand im Rahmen der Kooperation von Deutschland, Schweiz, Österreich und den Niederlanden bei der Ableitung von Emissionsfaktoren für den Straßenverkehr. Die Emissionsfaktoren des Handbuchs entstammen überwiegend den Messprogrammen des TÜV Rheinland und des RWTÜV. Dazu gehören die grundlegenden Untersuchungen für die Bezugsjahre 1989/1990. In diesen Untersuchungen wurde sowohl für PKW als auch für Schwere Nutzfahrzeuge eine neue Methodik angewandt, bei der von Fahrverhalten und Verkehrssituation abhängige Emissionsfaktoren abgeleitet wurden. Die Emissionsfaktoren für PKW bis zum Baujahr 1994 wurden mit Hilfe von Daten aus einer Feldüberwachung fortgeschrieben. Die für die aktuellen Emissionsberechnungen verwendete Version 3.1 des „Handbuchs Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs“ greift auf Untersuchungsergebnisse aus dem EU-Arbeitskreis COST 346 und dem Forschungsprogramm ARTEMIS zurück.

Die Emissionsfaktoren leiten sich aus der Bestandsentwicklung der einzelnen Fahrzeugschichten und den im "Handbuch für Emissionsfaktoren im Straßenverkehr 3.1" abgelegten Daten ab. Die Emissionsminderung durch die Einführung schwefelfreier Kraftstoffe wurde vom Umweltbundesamt geschätzt.

Für die landesspezifischen Emissionsfaktoren für CO₂ wird auf die Dokumentation im Anhang 2, Kapitel „CO₂-Emissionsfaktoren“, verwiesen. Anzumerken ist hier, dass für Bioethanol der für Benzin verwendete Wert von 72.000 kg/TJ übernommen wurde, während für Biodiesel ein IPCC-Default von 70.800 kg/TJ genutzt wird.

Mit 65.000 kg/TJ und 56.000 kg/TJ kommen für Flüssig- bzw. Erdgas ebenfalls landesspezifische Werte zum Einsatz.

Für CO₂ aus mitverbrannten Schmierstoffen kommt mit 80.000 kg/TJ ebenfalls ein IPCC-Default zum Einsatz. Die Emissionsfaktoren für Methan und Lachgas aus der Mitverbrennung von Schmierstoffen sind dagegen bereits in den entsprechenden Emissionsfaktoren der verwendeten Kraftstoffe abgebildet. Die Emissionen selbst sind damit in den für die einzelnen Kraftstoffe berechneten Mengen enthalten und werden hier als IE (included elsewhere) berichtet.

Fahrleistungen:

Die Fortschreibung der Fahrleistungen wurde auf Basis der „Fahrleistungserhebung 2002“ (IVT 2004), der Straßenverkehrszählungen 2005 (BASt, 2007) und den Daten zur Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen (BASt, 2009) vorgenommen.

Verlagerung von Tankvorgängen ins Ausland

Aufgrund eines teilweise starken Preisgefälles zu fast allen Nachbarstaaten werden hierzulande seit längerem aber auch Kraftstoffe eingesetzt, die jenseits der Grenzen gekauft und als Grauimporte eingeführt werden.

Zum Umfang dieses in erster Linie für den Güterverkehr und den Pkw-Verkehr für die grenznahen Regionen Deutschlands bedeutenden und als „Tanktourismus“ bezeichneten Phänomens können keine genauen Angaben gemacht werden. Ein belastbares Gesamtbild existiert trotz mehrerer Detailuntersuchungen nicht (vgl. LENK et al., 2005).

Belegt wird die Verlagerung von Tankvorgängen ins Ausland (und der damit verbundene negative Einfluss auf die Emissionsinventare der Nachbarstaaten) unter anderem auch durch eine vom österreichischen Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft veröffentlichte Studie (BMLFUW, 2005). Die Nachbarstaaten profitieren allerdings nicht unerheblich von Steuermehreinnahmen aus der Energiebesteuerung dieser Treibstoffe, die erheblich über den Zertifikatskosten für die damit verbundenen CO₂-Emissionen liegen dürften.

3.2.10.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.b)

Im Rahmen eines Gutachtens (IFEU & INFRAS 2009) wurden die Unsicherheiten der in TREMOD einfließenden Aktivitätsdaten, der darin erzeugten Emissionsfaktoren und der im Zentralen System Emissionen (ZSE) berechneten Emissionen ermittelt.

3.2.10.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.b)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1+2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde durchgeführt. Eine Qualitätssicherung durch die Fachseite konnte nicht durchgeführt werden. Die zusätzliche Qualitätssicherung durch die Nationale Koordinierungsstelle ist erfolgt.

Zur Qualitätssicherung der Energiebilanzen liegen dem Umweltbundesamt entsprechende Qualitätsberichte der AGEB vor. Außerdem wurde eine Dokumentation zur Überarbeitung der Energiebilanzen ab dem Jahr 2003 im Internet veröffentlicht²³.

Die verwendeten Emissionsfaktoren wurden mit denen von den Niederlanden, Dänemark, der Schweiz, Frankreich, Großbritannien und Norwegen sowie der EU verwendeten Werten verglichen, wobei sich für die einzelnen Treibhausgase unterschiedlich große Bandbreiten zeigten. Die im deutschen Inventar verwendeten EF finden sich dabei meist im Mittelfeld (CO₂) bzw. im unteren Mittelfeld (CH₄, N₂O). Eine Ausnahme bilden die EF(N₂O) für Benzin sowie die EF(CH₄) für Diesel und Biomasse, die im Ländervergleich die niedrigsten Werte darstellen - aber verhältnismäßig dicht bei den Vergleichswerten liegen.

3.2.10.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.3.b)

Die vorliegenden Emissionsdaten wurden mit Hilfe der TREMOD-Version 5.30 berechnet (IFEU, 2012). Gegenüber dem Berichtsjahr 2012 erfolgte hier u.a. eine grundlegende Überarbeitung des Modells bezüglich erd- und flüssiggasbetriebener Fahrzeuge.

Ferner wurden die den Energiebilanzen zugrunde liegenden Daten des Mineralölwirtschaftsverbandes zum Verbrauch von Diesel und Bio-Diesel für den Zeitraum 2005-2009 und die „Amtlichen Mineralöl Daten“ zum Verbrauch Bio-Ethanol im Zeitraum 2007-2010 korrigiert.

Die bei der letzten Berichterstattung nur vorläufig vorliegenden Daten in der „Energiebilanz 2010“ zum Verbrauch von Diesel, Ottokraftstoff, Erd- und Flüssiggas im Straßenverkehr wurden gleichfalls aktualisiert. Aus der Überarbeitung der Fahrleistungsdaten in TREMOD 5.30 für die Jahre 2008 bis 2010 resultieren zudem geringfügig veränderte Schmierstoff-Mengen.

Tabelle 47: Revision der durch den Straßenverkehr verbrauchten Dieselmengen, ab 2005

	Einheit	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Submission 2013		1.078.620	1.082.042	1.073.987	1.102.623	1.114.939	1.168.063
Submission 2012	[TJ]	1.077.173	1.081.161	1.078.362	1.107.062	1.114.253	1.166.224
Differenz absolut		1.447	881	-4.375	-4.439	686	1.839
Differenz relativ	[%]	0,13	0,08	-0,41	-0,40	0,06	0,16

Tabelle 48: Revision der durch den Straßenverkehr verbrauchten Biodiesel-Mengen, ab 2005

	Einheit	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Submission 2013		71.824	130.165	143.235	109.393	89.375	88.886
Submission 2012	[TJ]	71.792	130.139	143.431	109.612	89.327	90.673
Differenz absolut		32	26	-195	-219	47	-1.787
Differenz relativ	[%]	0,04	0,02	-0,14	-0,20	0,05	-1,97

Tabelle 49: Revision der durch den Straßenverkehr verbrauchten Bioethanol-Mengen, ab 2005

	Einheit	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Submission 2013		6.817	13.418	12.061	16.328	23.691	30.577
Submission 2012	[TJ]	6.817	13.418	12.065	16.385	23.697	30.403
Differenz absolut		0	0	-4	-57	-6	174
Differenz relativ	[%]	0,00	0,00	-0,03	-0,35	-0,02	0,57

²³ AG Energiebilanzen: Erläuterungen zur Revision der Energiebilanzen 2003 – 2006 URL: <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=63> (Aufruf vom 30.10.2009)

Tabelle 50: Revision der durch den Straßenverkehr verbrauchten Mengen Ottokraftstoff, Erd- und Flüssiggas, 2010

	Einheit	Ottokraftstoff	Erdgas	Flüssiggas
Submission 2013		791.416	8.768	21.823
Submission 2012	[TJ]	792.257	9.742	21.836
Differenz absolut		-841	-974	-13
Differenz relativ	[%]	-0,11	-10,00	-0,06

Aus der Überarbeitung der Fahrleistungsdaten in TREMOD 5.30 für die Jahre 2008-2010 resultieren geringfügig veränderte Schmierstoff-Mengen, da diese aus den Fahrleistungen berechnet werden.

Tabelle 51: Revision der mitverbrannten Schmierstoff-Mengen, ab 2008

	Einheit	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Submission 2013		1.614	1.627	1.637	1.631	1.640	1.658
Submission 2012	[TJ]	1.614	1.627	1.637	1.625	1.608	1.624
Differenz absolut		0	0	0	6	33	34
Differenz relativ	[%]	0,00	0,00	0,00	0,35	2,03	2,08

Aus den Veränderungen bei den verbrauchten Kraft- und Schmierstoffmengen ergeben sich folgende Veränderungen der CO₂-Emissionen:

Tabelle 52: resultierende Neuberechnung der CO₂-Emissionen aus fossilen Kraftstoffen, ab 2005

	Einheit	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Submission 2013		151.581	147.682	144.580	144.373	144.056	145.328
Submission 2012	[Gg]	151.474	147.617	144.904	144.702	144.006	145.308
Differenz absolut		107	65	-324	-328	51	20
Differenz relativ	[%]	0,07	0,04	-0,22	-0,23	0,04	0,01

Tabelle 53: resultierende Neuberechnung der CO₂-Emissionen aus Biokraftstoffen, ab 2005

	Einheit	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Submission 2013		5.576	10.182	11.009	8.921	8.033	8.495
Submission 2012	[Gg]	5.574	10.180	11.024	8.940	8.031	8.609
Differenz absolut		2	2	-14	-20	3	-114
Differenz relativ	[%]	0,04	0,02	-0,13	-0,22	0,04	-1,32

Tabelle 54: resultierende Neuberechnung der CO₂-Emissionen aus mitverbrannten Schmierstoffen, ab 2008

	Einheit	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Submission 2013		129,15	130,17	130,98	130,44	131,22	132,63
Submission 2012	[Gg]	129,15	130,17	130,98	129,99	128,60	129,93
Differenz absolut		0,00	0,00	0,00	0,45	2,62	2,70
Differenz relativ	[%]	0,00	0,00	0,00	0,35	2,03	2,08

Vor allem durch die oben beschriebene Revision des TREMOD-Modells hinsichtlich der Emissionsfaktoren für Erd- und Flüssiggas wurde zudem eine Neuberechnungen der Methan- und Lachgas-Emissionen ab 1990 notwendig. Die Ergebnisse sind in den folgenden beiden Tabellen zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 55: resultierende Neuberechnung der Methan-Emissionen, ab 1990

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Subm. 2013		52,67	33,14	20,84	12,47	11,14	9,92	8,63	8,00	7,34
Subm. 2012	[Gg]	52,12	32,91	20,60	12,21	11,01	9,78	8,49	7,84	7,41
Diff. absolut		0,56	0,23	0,24	0,26	0,12	0,15	0,14	0,16	-0,07
Diff. relativ	[%]	1,07	0,70	1,16	2,14	1,12	1,52	1,69	1,99	-0,99

Tabelle 51: resultierende Neuberechnung der Lachgas-Emissionen, ab 1990

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Subm. 2013		3,74	5,41	5,05	3,25	3,17	3,29	3,50	3,69	4,01
Subm. 2012	[Gg]	3,76	5,43	5,07	3,26	3,18	3,31	3,51	3,70	4,03
Diff. absolut		-0,02	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,02
Diff. relativ	[%]	-0,53	-0,37	-0,40	-0,17	-0,35	-0,40	-0,36	-0,18	-0,59

Aus der Gesamtheit der angeführten Veränderungen innerhalb TREMOD ergeben sich nur minimale Veränderungen der für den Straßenverkehr zu berichtenden Treibhausgas-Emissionen:

Tabelle 56: resultierende Neuberechnung der Gesamt-THG-Emissionen (ohne CO₂ aus Biomasse), ab 1990

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Subm. 2013	[Gg]	152.623	167.477	173.232	152.981	149.030	145.941	145.769	145.499	146.858
Subm. 2012	CO ₂ -	152.617	167.478	173.233	152.870	148.966	146.266	146.098	145.445	146.844
Diff. absolut	Äquiv.]	6	-1	-1	111	64	-325	-329	55	14
Diff. relativ	[%]	0,004	-0,001	-0,001	0,072	0,043	-0,222	-0,225	0,038	0,009

3.2.10.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.3.b)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.2.10.3 Transport - Schienenverkehr (1.A.3.c)

3.2.10.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.c)

CRF 1.A.3.c	Gas	HK	1990 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		2011 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Trend
all fuels	CO ₂	-	2.880,8	(0,24%)	1064,2	(0,11%)	-63,06%
all fuels	N ₂ O	-	12,6	(0,00%)	4,7	(0,00%)	-62,41%
all fuels	CH ₄	-	2,3	(0,00%)	0,5	(0,00%)	-80,31%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	Tier 2	NS	CS D (Biodiesel, Schmierstoffe)
CH ₄	Tier 2	NS	CS
N ₂ O	Tier 2	NS	CS
NO _x , CO, NMVOC, SO ₂	Tier 2	NS	CS

Die Quellgruppe *Schienenverkehr* ist keine Hauptkategorie.

Der Schienenverkehr in Deutschland wird langfristig mit dem Ziel modernisiert, dass ein Großteil des Energieeinsatzes in Form von elektrischem Strom erfolgt. Der Anteil der anstelle von Diesel für die Traktion verwendeten elektrischen Energie wurde kontinuierlich auf

inzwischen 80 % erhöht²⁴. Die Bahnstrom-Kraftwerke zur Erzeugung des benötigten Stromes sind dem stationären Anteil der Energiebranche zugeordnet (1.A.1.a) und werden im Folgenden nicht weiter betrachtet.

Für den Energieeinsatz in den in Deutschland verkehrenden Zügen spielt neben elektrischem Strom nur noch der Dieselmotorkraftstoff eine bedeutende Rolle. In Form von Beimengungen kommt zudem seit 2004 auch Biodiesel zum Einsatz. Verlässliche Zahlen hierzu liegen nunmehr seit 2009 vor.

In historischen Fahrzeugen, also im Wesentlichen in zu Schauzwecken betriebenen Dampflokomotiven, kommen darüber hinaus sehr geringe Mengen fester Brennstoffe zum Einsatz. Auswertbare Verbrauchsdaten sind innerhalb der offiziellen Energiebilanzen für Braunkohle bis 2002, für Steinkohle bis 2000 verfügbar. Da darüber hinaus keine anderen verwertbaren Statistiken vorliegen, ist eine Berechnung der Emissionen aus dem Verbrauch fester Brennstoffe für spätere Jahre nicht mehr möglich.

Der Einsatz weiterer Energieträger speziell in privaten Kleinbahnen, z.B. Pflanzenöle oder Gas, wird bisher nicht erfasst und ist als vernachlässigbar anzusehen.

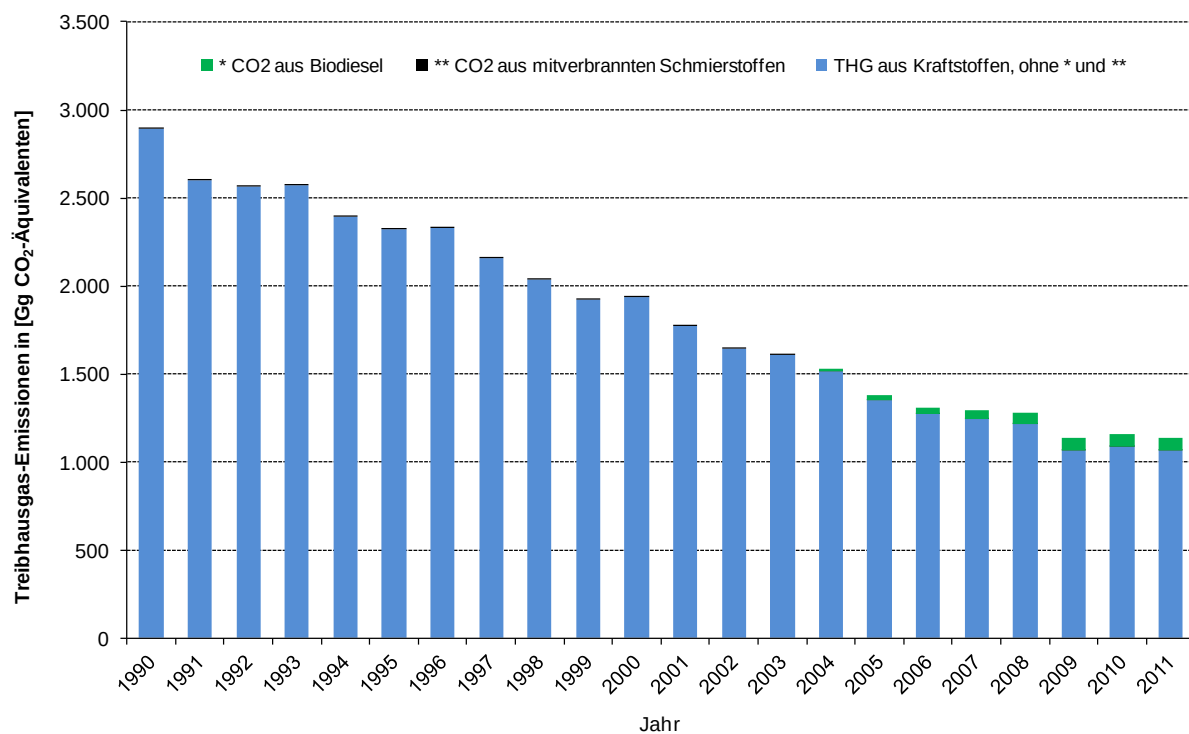


Abbildung 32: Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Schienenverkehrs 1990-2011 (ohne Emissionen aus der Erzeugung von Bahnstrom)

²⁴ aus Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 54.Jahrgang (2004), Heft 3, S. 185

3.2.10.3.2 Methodische Aspekte (1.A.3.c)

Für diese Quellgruppe werden keine spezifischen Angaben in der IPCC Good Practice Guidance (2000: Kapitel 2) gemacht. Die Emissionen werden deshalb als Produkt aus den verbrauchten Kraft- und Brennstoffen und landesspezifischen Emissionsfaktoren berechnet. Dieses Vorgehen entspricht der allgemeinen Tier 2-Methode und der prinzipiellen Berechnungsvorschrift nach Gleichung 2.6 der IPCC Good Practice Guidance (2000, S. 2.46).

Aktivitätsrate:

Die Energieverbrauchsdaten werden grundsätzlich (aktuell: 1990-2004 & 2010-2011) den offiziellen Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland entnommen (AGEB, 2012). Im Einzelnen stammen die Angaben zu den Brennstoffen aus folgenden Zeilen der Energiebilanz in den jeweiligen Jahren:

Tabelle 57: Quellennachweis für AR in 1.A.3.c

Brennstoffart	Zeile der Energiebilanz	relevante Jahre
Dieselkraftstoff	74	bis 1994
	61	ab 1995
Braunkohlenbriketts	61	ab 1996
Rohbraunkohle	61	ab 1996
Steinkohle	74	bis 1994
	61	ab 1995
Steinkohlenkoks	61	ab 1995

Für Jahre, für die noch keine oder nur eine vorläufige Energiebilanz vorliegt, werden die Absatzzahlen des Mineralölwirtschaftsverbandes (MWV) zugrunde gelegt. Diese werden im Jahresbericht Mineralöl-Zahlen (hier: Seite 52, Tabelle „Sektoraler Verbrauch von Dieselkraftstoff“) veröffentlicht (MWV, 2012).

Die jährlich eingesetzten Biodiesel-Mengen werden aufgrund mangelhafter statistischer Daten bis auf Weiteres anhand der offiziellen Beimengungsraten berechnet.

Die Mengen mitverbrannter Schmierstoffe sowie die resultierenden CO₂-Emissionen werden mangels fehlender statistischer Angaben zum jährlichen Einsatz von Schmierstoffen im Schienenverkehr aus der eingesetzten Menge Diesel abgeleitet.

Eine zuletzt abgeschlossene Studie zur Ermittlung der jährlich eingesetzten Mengen weiterer Brennstoffe (Kohlen, Holz, Öl etc.) in historischen Schienenfahrzeugen lieferte leider keine unmittelbar für die Emissionsberichterstattung nutzbaren Daten.

Emissionsfaktoren:

Die Emissionsfaktoren stützen sich schadstoffspezifisch auf Ergebnisse verschiedener Forschungsprojekte und Expertenbetrachtungen des UBA:

- Für CO₂ wird auf die Dokumentation im Anhang 2, Kapitel CO₂-Emissionsfaktoren, verwiesen. Für die Mitverbrennung von Schmierstoffen wird derzeit ein IPCC-Default von 80.000 kg CO₂/TJ verwendet.

- Die EF(CH₄) für feste Brennstoffe beruhen auf der UBA-Studie Luftreinhaltung '88 (UBA, 1989b), wobei diese landesspezifischen Faktoren mit den IPCC Default-Werten verglichen werden können: für Kohlen liegen die verwendeten EF höher als im IPCC Reference Manual (1996b, Tabelle 1-7). Für Dieselmotoren und Biodiesel wurden für alle in Deutschland eingesetzten Diesellokomotiven spezifische Emissionsfaktoren abgeleitet. Für die Emissionsberechnungen werden diese baureihenspezifischen Emissionsfaktoren mit zugehörigen Betriebsleistungen (gefahrte Kilometer) im jeweiligen Jahr verknüpft (TREMOS; IFEU, 2012). Der Defaultwert im IPCC Reference Manual (1996b, Tabelle 1-7) liegt über den von Deutschland verwendeten landesspezifischen EF, welche die motortechnischen Maßnahmen zur Verbesserung des Emissionsverhaltens von Schienenfahrzeugen im Zeitverlauf abbilden (1995: 2,45 kg/TJ; 2011: 1,24 kg/TJ).
- Für N₂O folgen bei festen Brennstoffen die EF-Expertenbetrachtungen im UBA der UBA-Studie Luftreinhaltung '88 (UBA, 1989b). Die landesspezifischen EF liegen deutlich über denen im IPCC Reference Manual (1996b, Tabelle 1-8). Bei Dieselmotoren und Biodiesel erfolgt ein Analogieschluss zu Schweren Nutzfahrzeugen ohne Minderungstechnik. Der landesspezifische Emissionsfaktor liegt mit 1,0 kg/TJ über dem Wert von 0,6 kg/TJ im Reference Manual (IPCC, 1996b, Tabelle 1-8).
- Die Emissionsfaktoren für Methan und Lachgas aus der Mitverbrennung von Schmierstoffen sind bereits in den entsprechenden Emissionsfaktoren der verwendeten Kraftstoffe abgebildet. Die Emissionen selbst sind damit in den für die einzelnen Kraftstoffe berechneten Mengen enthalten und werden hier als IE (included elsewhere) berichtet.

Tabelle 58: Gegenüberstellung der verwendeten EF und Default- EF und vorhandener Default-EF

THG	Brennstoff	Verwendete EF [kg/TJ]	Default-EF [kg/TJ]
CH ₄	Diesel & Biodiesel	1,4 - 2,5	
	Steinkohle	15,0	Oil: 5,0
	Braunkohlenbriketts	15,0	Coal: 10,0
	Rohbraunkohle	15,0	
	Steinkohlenkoks	0,5	
N ₂ O	Diesel & Biodiesel	1,0	
	Steinkohle	4,0	Oil: 0,6
	Braunkohlenbriketts	3,5	Coal: 1,4
	Rohbraunkohle	3,5	
	Steinkohlenkoks	4,0	

Quelle: Luftreinhaltung '88 (UBA, 1989b); IFEU (2009)

3.2.10.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.c)

Im Rahmen eines Gutachtens (IFEU & INFRAS 2009) wurden die Unsicherheiten der in TREMOD einfließenden Aktivitätsdaten, der darin erzeugten Emissionsfaktoren und der im Zentralen System Emissionen (ZSE) berechneten Emissionen ermittelt.

Die Aktivitätsraten-Zeitreihen für Braunkohlenbriketts, Steinkohle und Steinkohlenkoks weisen durch die Umstellung der Statistiken 1994/1995 Inkonsistenzen auf, die momentan nicht beseitigt werden können.

3.2.10.3.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.c)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Zur Qualitätssicherung der Energiebilanzen liegen dem Umweltbundesamt entsprechende Qualitätsberichte der AGEB vor. Außerdem wurde eine Dokumentation zur Überarbeitung der Energiebilanzen ab dem Jahr 2003 im Internet veröffentlicht²⁵.

Die verwendeten Emissionsfaktoren wurden mit denen von den Niederlanden, Dänemark, der Schweiz, Frankreich, Großbritannien und Norwegen sowie der EU verwendeten Werten verglichen, wobei sich für die einzelnen Treibhausgase unterschiedlich große Bandbreiten zeigten. Die im deutschen Inventar verwendeten EF finden sich dabei stets im Mittelfeld (CO₂) bzw. im unteren Mittelfeld (CH₄, N₂O).

Da andere Datenquellen für Deutschland nicht bekannt sind, ist eine vergleichende Verifikation der hier berichteten Emissionen derzeit nicht möglich.

3.2.10.3.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.3.c)

Gegenüber den mit der Submission 2012 übermittelten Daten erfolgten weitreichende Rückrechnungen sowohl aufgrund revidierter Aktivitätsdaten als auch Emissionsfaktoren. So kam es, wie oben beschrieben, zu einer Anpassung der Aktivitätsdaten für Diesel und Biodiesel an die korrigierten Daten des MWV (2005-2009) bzw. der Energiebilanz (2010). Die minimale Veränderung beim Biodieseleinsatz 2004 ist lediglich rundungsbedingt.

Tabelle 59: Korrektur des Dieseleinsatzes, ab 2005

	Einheit	1990	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Submission 2013		38.458	20.372	18.142	17.101	16.730	16.389	14.336	14.626
Submission 2012	[TJ]	38.458	20.372	18.877	17.014	16.436	15.932	14.329	12.768
Differenz absolut		0	0	-735	87	294	457	7	1.858
Differenz relativ	[%]	0,00	0,00	-3,89	0,51	1,79	2,87	0,05	14,55

Tabelle 60: Korrektur des Biodieseleinsatzes, ab 2004

	Einheit	1990	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Submission 2013		0	175	397	498	747	810	987	949
Submission 2012	[TJ]	0	175	413	494	733	784	983	849
Differenz absolut		0	0	-16	4	14	26	4	100
Differenz relativ	[%]	-	0,002	-3,89	0,84	1,94	3,34	0,44	11,74

Tabelle 61: resultierende Korrektur der Menge mitverbrannter Schmierstoffe, ab 2005

	Einheit	1990	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Submission 2013		19,23	10,27	9,27	8,80	8,74	8,60	7,66	7,79
Submission 2012	[TJ]	19,23	10,27	9,64	8,75	8,58	8,36	7,66	6,81
Differenz absolut		0,00	0,00	-0,37	0,05	0,16	0,24	0,00	0,98
Differenz relativ	[%]	0,00	0,00	-3,84	0,57	1,85	2,87	0,02	14,35

Zudem wurde der für die Submission 2012 vorläufig festgelegte CH₄-Emissionsfaktor für das Jahr 2010 auf der Basis mittlerweile vorliegender Einsatzdaten der verschiedenen Diesellok-Typen von 1,30 kg/TJ auf 1,33 kg/TJ geändert.

²⁵ AG Energiebilanzen: Erläuterungen zur Revision der Energiebilanzen 2003 – 2006 URL: <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=63> (Aufruf vom 30.10.2009)

Tabelle 62: Korrektur des EF(CH₄) für Diesel und Biodiesel, 2010

	Einheit	2010
Submission 2013		1,33
Submission 2012	[kg/TJ]	1,30
Differenz absolut		0,03
Differenz relativ	[%]	2,10

Die resultierenden Treibhausgas-Emissionen wurden für die betreffenden Jahre neu berechnet.

Tabelle 63: resultierende Neuberechnung der THG-Emissionen (ohne CO₂ aus Biodiesel), ab 2005

	Einheit	1990	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Submission 2013		2.896	1.515	1.350	1.272	1.245	1.219	1.067	1.088
Submission 2012	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	2.896	1.515	1.404	1.266	1.223	1.185	1.066	950
Differenz absolut		0	0	-55	6	22	34	1	138
Differenz relativ	[%]	0,00	0,00	-3,89	0,51	1,79	2,87	0,05	14,55

Tabelle 64: resultierende Neuberechnung der CO₂-Emissionen aus dem Einsatz von Biodiesel, ab 2004

	Einheit	1990	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Submission 2013		0	12	28	35	53	57	70	67
Submission 2012	[Gg]	0	12	29	35	52	56	70	60
Differenz absolut		0	0	-1	0	1	2	0	7
Differenz relativ	[%]	0,00	0,002	-3,89	0,84	1,94	3,34	0,44	11,74

3.2.10.3.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.3.c)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.2.10.4 Transport - Schiffsverkehr (1.A.3.d)

3.2.10.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.d)

CRF 1.A.3.d	Gas	HK	1990		2011		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
all fuels	CO ₂	-	-	2.065,7 (0,17%)	768,6 (0,08%)	-62,79%	
all fuels	N ₂ O	-	-	8,6 (0,00%)	3,4 (0,00%)	-60,08%	
all fuels	CH ₄	-	-	1,7 (0,00%)	0,6 (0,00%)	-67,05%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	Tier 1	NS	CS D (Biodiesel, Schmierstoffe)
CH ₄	Tier 1	NS	CS
N ₂ O	Tier 1	NS	CS
NO _x , CO, NMVOC, SO ₂	Tier 1	NS	CS

Die Quellgruppe *Schiffsverkehr* ist keine Hauptkategorie.

Der Schiffsverkehr ist in die Küsten- und Binnenschifffahrt (inländisch) und die internationale Seeschifffahrt zu unterscheiden. Im inländischen Bereich erfolgt ausschließlich der Einsatz von Dieselkraftstoff (inklusive Beimengungen von Biodiesel), im internationalen Bereich auch der von schwerem Heizöl (Schweröl). Die Emissionen aus dem internationalen

Schiffsverkehr werden in den Emissionsinventaren nachrichtlich ausgewiesen, gehen aber nicht in die Gesamtemissionen ein.

Der Quellgruppe 1.A.3.d - Schiffsverkehr ist im ZSE die Küsten- und Binnenfischerei und die Küsten- und Binnenschifffahrt zugeordnet.

Die folgende Grafik zeigt die Entwicklung der Treibhausgasemissionen der Binnenschifffahrt seit 1990, die parallel zum Kraftstoffeinsatz in dieser Quellgruppe verläuft.

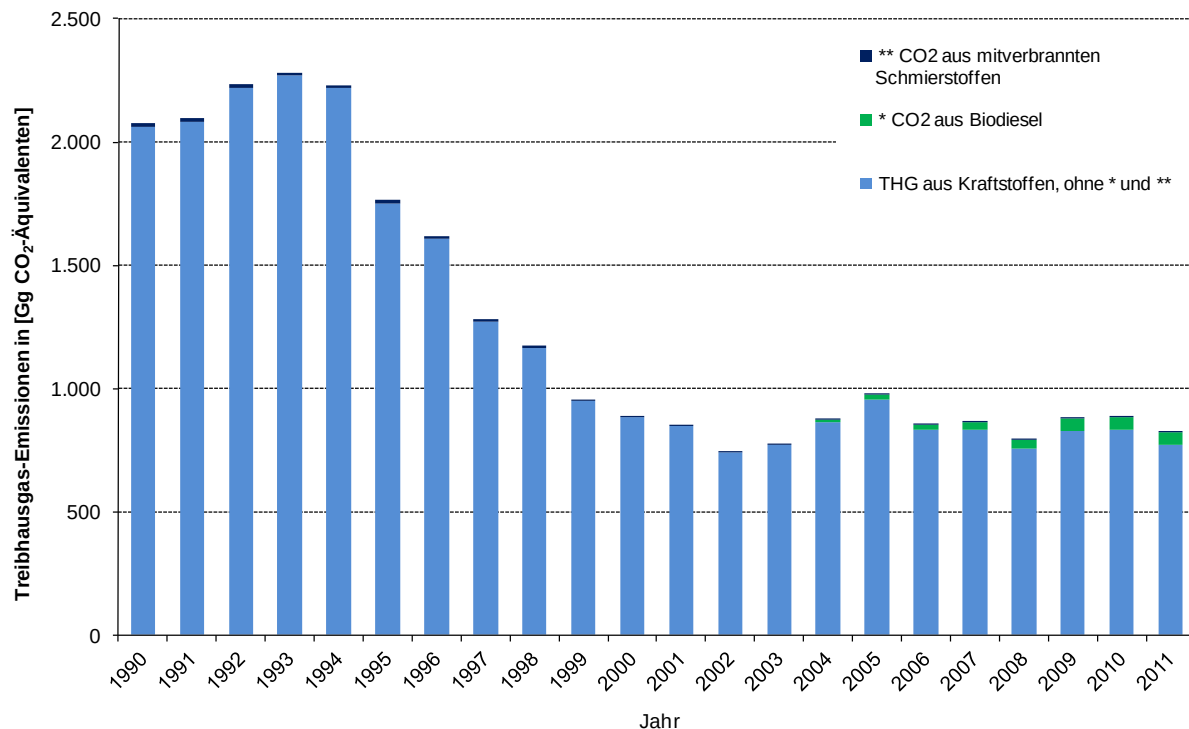


Abbildung 33: Entwicklung der Treibhausgasemissionen der Binnenschifffahrt 1990 – 2011

3.2.10.4.2 Methodische Aspekte (1.A.3.d)

Für Deutschland werden die Emissionen dieser Quellgruppe als Produkt aus den verbrauchten Kraftstoffen und landesspezifischen Emissionsfaktoren für CO₂, CH₄ und N₂O berechnet. Dieses Vorgehen entspricht der allgemeinen Tier 1-Methode und der prinzipiellen Berechnungsvorschrift nach Gleichung Emissionsfaktor mal Kraftstoffverbrauch gemäß der IPCC Good Practice Guidance (2000: Kapitel 2.4.1.1, S. 2.51). Auch im Schiffsverkehr spielen Tankvorgänge im Ausland eine Rolle, zur Größenordnung liegen jedoch keine Erkenntnisse vor (vgl. Kapitel 3.2.10.2.2).

Aktivitätsdaten:

Die Energieverbrauchsdaten werden grundsätzlich (aktuell: 1990-2004 & 2010) den offiziellen Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland entnommen (AGEB, 2012).

Für Jahre, für die noch keine abschließende Energiebilanz vorliegt, werden Angaben des Mineralölwirtschaftsverbandes (MWV, 2012) verwendet. .

Angaben zu den jährlichen Mengen der an diesen Sektor abgesetzten Schmierstoffe werden dagegen grundsätzlich den Amtlichen Mineralölprodukten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA, 2012) entnommen.

Tabelle 65: Quellennachweis für die verwendeten Aktivitätsdaten

Material	Quellstatistik	darin unter	
Dieselmotorkraftstoff	Energiebilanz	Zeile 77 (bis 1994) Zeile 64 (seit 1995)	Küsten- und Binnenschifffahrt
Biodiesel	Energiebilanz	Zeile 64 (seit 2004)	
Schmierstoffe	Amtliche Mineralölstatistik	Tabelle 7j, Spalte [4]	Inlandsablieferungen - An die Binnenschifffahrt

In beiden amtlichen Bilanzen erfolgt eine Aufteilung der Aktivitätsraten der Schifffahrt in die Bereiche *inländisch* (AGEB: „Küsten- und Binnenschifffahrt“ = BAFA: „an die Binnenschifffahrt“) und *international* (AGEB: „Hochseebunkerungen“ = BAFA: „Bunker int. Schifffahrt“) durch Berücksichtigung der Verkaufsmengen für unterschiedlich besteuerten Schiffskraftstoff. Die getrennte Berechnung und Ausweisung der Emissionen des inländischen Schiffsverkehrs und des Internationalen Seeverkehrs (siehe Kapitel 3.2.2.3) erfolgt entsprechend dieser Aufteilung. Die Kriterien zur Trennung inländischer und internationaler Emissionen aus den IPCC-GPG (2000: Tabelle 2.8) können mangels geeigneter Bewegungsdaten dagegen nicht angewendet werden.

Die Küsten- und Binnenschifffahrt hat aufgrund der Befahrbarkeit der Wasserstraßen schwankende Verbräuche. In der Tendenz sind diese aber seit Mitte der 1990er Jahre sinkend, da infolge von Preisvorteilen viele Schiffe im Ausland betankt werden. Der abrupte Rückgang 1994/1995 ist lediglich einer Umstellung der Energiebilanz geschuldet.

Die jährlich eingesetzten Biodiesel-Mengen werden aufgrund mangelhafter statistischer Daten bis auf Weiteres anhand der offiziellen Beimengungsraten berechnet.

Die Mengen mitverbrannter Schmierstoffe und die daraus resultierenden CO₂-Emissionen werden aus den Angaben der Amtlichen Mineralölstatistik zu jährlichen Inlandsablieferungen abgeleitet.

Nachdem zuletzt ein abweichendes Meldeverhalten eines einzelnen aber bedeutenden Raffineriebetreibers an den Mineralölwirtschaftsverband MWV erkannt wurde, wurden hier die Amtlichen Mineralölstatistiken ab 2005 revidiert. Die u.a. auf dieser Statistik aufbauende nationale Energiebilanz wurde für die Binnenschifffahrt bisher jedoch nur für das Jahr 2010 angepasst. Für die vorliegende Berichterstattung werden daher Angaben aus beiden Quellen verwendet (1990-2004 & 2010-2011: EB, 2005-2009: MWV). Die aus diesen Korrekturen resultierenden Neuberechnungen der Emissionen sind unten näher beschrieben. Angaben zum Einsatz von Diesel sowie Schwerem Heizöl im internationalen Seeverkehr finden sich im Kapitel Internationaler Seeverkehr (1.C.1.b, Kapitel 3.2.2.3).

Emissionsfaktoren:

Die Diesel-Emissionsfaktoren (aktuell noch analog für Biodiesel verwendet) für den inländischen Schiffsverkehr stützen sich schadstoffspezifisch auf Ergebnisse verschiedener Forschungsprojekte und Expertenbetrachtungen des UBA:

- Für die CO₂-Emissionsfaktoren wird grundsätzlich auf die Dokumentation im Anhang 2, Kapitel 18.6 - „CO₂-Emissionsfaktoren“, verwiesen. Für Diesel wird hier ein landesspezifischer Wert von 74.000 kg/TJ verwendet, für Biodiesel dagegen ein IPCC-Default-Wert von 70.800 kg/TJ. Für die Mitverbrennung von Schmierstoffen wird derzeit ebenfalls auf einen IPCC-Default (80.000 kg/TJ) zurückgegriffen.

- Die CH₄-Emissionsfaktoren wurden aus dem für Schwere Nutzfahrzeuge ohne Minderungstechnik verwendeten Wert abgeleitet. Eine Minderung der spezifischen CH₄-Emissionen um 15 % im Zeitraum 1990 bis 2005 aufgrund motortechnischer Verbesserungen wurde nach Expertenschätzungen unterstellt. Die landesspezifischen Angaben liegen mit 2,37 bis 2,65 kg/TJ niedriger als der IPCC-Default-Wert für Dieselkraftstoff von 5,0 kg/TJ im Reference Manual (IPCC et al, 1996b, S. 1.35, Tabelle 1-7).
- Für N₂O folgen die EF Expertenbetrachtungen im UBA entsprechend der UBA-Studie Luftreinhaltung '88 bzw. dem Analogieschluss zu Schweren Nutzfahrzeugen ohne Minderungstechnik. Der landesspezifische EF liegt für Dieselkraftstoff und Biodiesel mit 1,0 kg/TJ über dem Wert von 0,6 kg N₂O/TJ im Reference Manual (IPCC, 1996b: Tabelle 1-8).

Die Emissionsfaktoren für Methan und Lachgas aus der Mitverbrennung von Schmierstoffen sind dagegen bereits in den entsprechenden EF für Diesel bzw. Biodiesel abgebildet. Die Emissionen selbst sind damit in den für Diesel berechneten Mengen enthalten und werden hier als IE (included elsewhere) berichtet.

Angaben zu den Emissionsfaktoren für den Einsatz von Diesel sowie Schwerem Heizöl im internationalen Seeverkehr finden sich im Kapitel 3.2.2.3 Internationaler Seeverkehr (1.C.1.b).

3.2.10.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.d)

Eine Untersuchung zu den Unsicherheiten sowohl der Aktivitätsdaten als auch der Emissionsfaktoren und Emissionen erfolgte erstmals in 2009 im Rahmen eines Forschungsvorhabens (IFEU & INFRAS 2009).

Die Emissionsfaktoren für CO₂ und N₂O sind über die gesamte Zeitreihe konstant und damit konsistent.

Durch die von 1994 zu 1995 erfolgte Umstellung der Energiebilanzen weisen die Zeitreihen der Aktivitätsdaten für Küsten- und Binnenschifffahrt Inkonsistenzen auf, die nicht beseitigt werden können.

3.2.10.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.d)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Zur Qualitätssicherung der Energiebilanzen liegen dem Umweltbundesamt entsprechende Qualitätsberichte der AGEB vor. Außerdem wurde eine Dokumentation zur Überarbeitung der Energiebilanzen ab dem Jahr 2003 im Internet veröffentlicht²⁶.

Die verwendeten Emissionsfaktoren wurden mit denen von den Niederlanden, Dänemark, der Schweiz, Frankreich, Großbritannien und Norwegen sowie der EU verwendeten Werten verglichen, wobei sich für die einzelnen Treibhausgase unterschiedlich große Bandbreiten zeigten. Die im deutschen Inventar verwendeten EF finden sich dabei stets im Mittelfeld (CO₂) bzw. im unteren Mittelfeld (CH₄, N₂O).

²⁶ AG Energiebilanzen: Erläuterungen zur Revision der Energiebilanzen 2003 – 2006 URL: <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=63> (Aufruf vom 30.10.2009)

Da andere Datenquellen für Deutschland nicht bekannt sind, ist eine vergleichende Verifikation der hier berichteten Emissionen derzeit nicht möglich.

3.2.10.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.d)

Gegenüber den mit der Submission 2012 übermittelten Daten erfolgten nur geringfügige Rückrechnungen. So kam es, wie oben beschrieben, zu einer Anpassung der zuletzt nur aus den Vorjahren extrapolierten Aktivitätsdaten für Diesel und Biodiesel an die korrigierte Energiebilanz 2010. (Die Inlandsablieferungen von Schmierstoffen an die Binnenschifffahrt gemäß den Amtlichen Mineralölkosten blieben dagegen unverändert.)

Tabelle 66: Korrektur des Dieseleinsatzes, ab 2005

	Einheit	1990	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Submission 2013		27.710	11.625	12.851	11.193	11.167	10.167	11.111	11.182
Submission 2012	[TJ]	27.710	11.625	12.831	11.188	11.317	11.202	9.740	10.107
Differenz absolut		0	0	20	5	-150	-1.035	1.371	1.075
Differenz relativ	[%]	0,00	0,00	0,15	0,04	-1,33	-9,24	14,07	10,63

Tabelle 67: Korrektur des Biodieselesatzes, ab 2005

	Einheit	1990	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Submission 2013		0	100	281	326	499	503	765	725
Submission 2012	[TJ]	0	100	281	325	505	554	488	505
Differenz absolut		0	0	0	1	-7	-51	277	220
Differenz relativ	[%]	0,00	0,00	0,15	0,32	-1,29	-9,21	56,76	43,51

Tabelle 68: Anpassung der Menge der mitverbrannten Schmierstoffe, 2010

	Einheit	1990	2009	2010
Submission 2013		397	52	62
Submission 2012	[TJ]	397	52	60
Differenz absolut		0	0	2
Differenz relativ	[%]	0,00	0,00	3,07

Die verwendeten Emissionsfaktoren blieben dagegen unverändert. Die Treibhausgas-Emissionen wurden für die betreffenden Jahre neu berechnet.

Tabelle 69: resultierende Neuberechnung der THG-Emissionen (ohne CO₂ aus Biodiesel), ab 2005

	Einheit	1990	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Submission 2013		2.076	868	959	835	833	759	829	834
Submission 2012	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	2.076	868	957	835	844	836	827	762
Differenz absolut		0	0	1	0	-11	-77	1	72
Differenz relativ	[%]	0,00	0,00	0,15	0,04	-1,32	-9,21	0,18	9,46

Tabelle 70: resultierende Neuberechnung der CO₂-Emissionen aus dem Einsatz von Biodiesel, ab 2005

	Einheit	1990	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Submission 2013		0	7	20	23	35	36	54	51
Submission 2012	[Gg]	0	7	20	23	36	39	54	48
Differenz absolut		0	0	0	0	0	-4	0	3
Differenz relativ	[%]	0,00	0,00	0,15	0,32	-1,29	-9,21	0,55	6,80

3.2.10.4.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.3.d)

In einem weiteren Vorhaben (FKZ 363 01 403) wurden die im TREMOD-Modul Binnenschifffahrt verwendeten Basisdaten exemplarisch für das Jahr 2010 überprüft und

bestätigt. Weitere Überprüfungen und daraus möglicherweise resultierende Anpassungen an den Zeitreihen der Emissionsfaktoren stehen noch aus.

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

3.2.10.5 Transport - Übriger Verkehr (1.A.3.e)

3.2.10.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.e)

CRF 1.A.3.e	Gas	HK	1990		2011		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
all fuels	CO ₂	L	-T2	4.751,7 (0,39%)	4.098,1 (0,44%)	-13,76%	
all fuels	N ₂ O	-	-	32,7 (0,00%)	24,4 (0,00%)	-25,41%	
all fuels	CH ₄	-	-	7,1 (0,00%)	2,8 (0,00%)	-60,91%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	Tier 1	NS	CS
CH ₄	Tier 1	NS	CS
N ₂ O	Tier 1	NS	CS

Die Quellgruppe *Übriger Verkehr* ist für CO₂ eine Hauptkategorie nach dem Level.

In der Quellgruppe 1.A.3.e - *Übriger Verkehr* werden die Emissionen von Gasturbinen in Erdgasverdichterstationen sowie des bauwirtschaftlichen Verkehrs berichtet. Die Gasturbinen in Erdgasverdichterstationen sind dabei eine klar definierte Anlagenart. Der bauwirtschaftliche Verkehr wird dagegen lediglich als Teil der Kategorie „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher“ der Energiebilanz erfasst.

3.2.10.5.2 Methodische Aspekte (1.A.3.e)

Für oben genannte Bereiche werden die Emissionen als Produkt aus den verbrauchten Kraft- und Brennstoffen und landesspezifischen Emissionsfaktoren berechnet. Spezifische Vorgaben weist die IPCC Good Practice Guidance (2000) nicht aus. Das gewählte Vorgehen folgt damit der allgemeinen Tier 1-Methode gemäß Gleichung 2.3 der IPCC Good Practice Guidance 2000, Seite 2.37.

Aktivitätsraten:

Der Bereich **Erdgasverdichterstationen** (CRF 1.A.3.e i) hat den geringeren Anteil am Energieeinsatz. Die Berechnung des Brennstoffeinsatzes der Erdgasverdichter wurde für den NIR 2012 vollständig überarbeitet. Als neue Datenquelle werden ab dem Jahr 2005 die für den Emissionshandel gemeldeten und von der Emissionshandelsstelle aggregierten Brennstoffeinsätze direkt verwendet. Aus dem Datensatz werden nur die Erdgasverdichter verwendet, die dem Transportnetz zuzuordnen sind. Die Erdgasverdichter der Förderstationen werden über die Energiestatistik abgefragt und sind damit bereits in der Quellgruppe 1.A.1.c enthalten. Durch diese Zuordnung wird eine Doppelzählung im Inventar vermieden.

Aufgrund der neuen Datenlage ergab sich der Hinweis, dass die Brennstoffeinsätze der gesamten Zeitreihe zu gering sein mussten. Einzig der in der Energiebilanz 2002

ausgewiesene Wert scheint in einer plausiblen Größenordnung. Obwohl die Brennstoffeinsätze der Erdgasverdichter von 1995-2002 in einer Statistik gemeldet wurden, kann davon ausgegangen werden, dass es eine Untererfassung gab. Deshalb wurde zur Herstellung der Zeitreihenkonsistenz eine Rückrechnung bis 1990 vorgenommen. Da die Brennstoffeinsätze abhängig vom Primärenergieverbrauch jährlich schwanken, wäre eine einfache Interpolation nicht zielführend gewesen. Deshalb wurde aus dem jeweiligen Verhältnis (Brennstoffeinsatz/Primärenergieverbrauch) ein Mittelwert über die Jahre 2005-2009 berechnet und damit bis 1990 zurückgerechnet. Dadurch ergibt sich eine plausible und konsistente Zeitreihe.

Der größere Anteil des Energieeinsatzes der Quellgruppe entfällt auf den Bereich des **Bauwirtschaftlichen Verkehrs** (CRF 1.A.3.e ii). Die Verbrauchsdaten für Diesel- und Ottokraftstoff werden nach Abzug der Energieeinsätze des militärischen und landwirtschaftlichen Verkehrs den Energiebilanzzeilen 79 bzw. 67 (bis 1994 bzw. ab 1995) entnommen (vgl. Kapitel 18.2). Da der bauwirtschaftliche Verkehr signifikant für die Klassifizierung als Hauptkategorie ist, sollte eine möglichst detaillierte Berechnungsmethode verwendet werden. Momentan ist aber wegen fehlender Detaildaten nur die oben beschriebene Tier 1-Methode anwendbar.

Emissionsfaktoren:

Die für den Erdgaseinsatz in **Erdgasverdichterstationen** verwendeten Emissionsfaktoren stützen sich schadstoffspezifisch auf Ergebnisse verschiedener Forschungsprojekte und Expertenbetrachtungen des UBA, im Einzelnen:

- Für CO₂ wird auf die Dokumentation im Anhang 2, Kapitel CO₂-Emissionsfaktoren, verwiesen.
- Die CH₄- EF stammen aus Kapitel 4.9.5 und Anhang E, Tabelle 5 der UBA-Studie zu stationären Feuerungsanlagen (RENTZ et al, 2002); die N₂O-EF sind dem Bericht FICHTNER et al (2011) entnommen. Die Vorgehensweise der Studien ist in Kapitel 3.2.6.2 beschrieben.

Die Emissionsfaktoren für die Emissionen des **Bauwirtschaftlichen Verkehrs** stützen sich auf Ergebnisse verschiedener Forschungsprojekte und Expertenbetrachtungen des UBA, im Einzelnen:

- Für CO₂ wird auf die Dokumentation im Anhang 2, Kapitel „CO₂-Emissionsfaktoren“, verwiesen. Für Diesel wird ein landesspezifischer Wert von 74.000 kg/TJ, für Ottokraftstoff von 72.000 kg/TJ verwendet.
- Die landesspezifischen EF(CH₄) begründen sich auf eine UBA-Studie zu den Emissionen mobiler Maschinen (IFEU, 2009). Diese Faktoren spiegeln die seit Mitte der Neunziger Jahre schrittweise eingeführten Grenzwerte für die Abgasemissionen von bauwirtschaftlichen Maschinen wider. Für das Jahr 2011 beträgt der Wert für Dieselmotorkraftstoff 1,4 kg/TJ (1995: 4,1 kg/TJ), für Ottomotorkraftstoff 20,6 kg/TJ (1995: 22,8 kg/TJ).

- Die landesspezifischen N₂O-Emissionsfaktoren für Ottokraftstoff (alte Bundesländer 1990-1994 und Deutschland ab 1995: 3,7 kg/TJ; neue Bundesländer 1990-1994: 2,1 kg/TJ) wurden gleichfalls aus der UBA-Studie Luftreinhaltung '88 (UBA, 1989b) entnommen. Der N₂O-Emissionsfaktor für Diesellochkraftstoff von 1,0 kg/TJ wurde im Analogieschluss aus dem Wert für Schwere Nutzfahrzeuge ohne Minderungstechnik abgeleitet.

3.2.10.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.e)

Erstmals wurden im Berichtsjahr 2004 für die Aktivitätsraten Unsicherheiten bestimmt (Forschungsvorhaben 204 41 132, UBA). Die Methode zur Bestimmung der Unsicherheiten ist im Anhang 2, Kapitel „Unsicherheiten der Aktivitätsraten stationärer Feuerungsanlagen“ des NIR 2007 beschrieben.

Die Vorgehensweise zur Ermittlung der Unsicherheiten der EF für Erdgasverdichterstationen ist im Kapitel 3.2.6.2 beschrieben. Ergebnisse für N₂O sind dem Kapitel 3.2.6.3.2 zu entnehmen, für CH₄ dem Kapitel 3.2.6.3.3.

Die Zeitreihe der EF für N₂O für Ottokraftstoff (Bauwirtschaft) weist durch die Umstellung der Statistiken 1994/1995 Inkonsistenzen auf, die nicht beseitigt werden können. Da für diese Fälle seit 1995 keine separate Ausweisung der Aktivitäten für die neuen Bundesländer mehr erfolgt, können auch keine von den alten Bundesländern abweichenden EF für eine Emissionsberechnung genutzt werden. Da von einer Angleichung der spezifischen Emissionen und damit der EF zwischen alten und neuen Bundesländern bis 1994 nicht ausgegangen werden kann, wurden die verschiedenen EF für diese Jahre beibehalten. Damit besteht ein methodischer Wechsel in der Zeitreihe, der von einem Sprung im Gesamt-EF (IEF) gekennzeichnet ist.

3.2.10.5.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.e)

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung für die AR mit der Ausnahme „Geländegängige Transportfahrzeuge“ durchgeführt werden. Die Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle. Daten wurden fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden für EF und ED und für „Geländegängige Transportfahrzeuge“ auch für AR durchgeführt.

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung für „Pipeline Transport“ durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Die Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle. Daten wurden fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

Zur Qualitätssicherung der Energiebilanzen liegen dem Umweltbundesamt entsprechende Qualitätsberichte der AGEB vor. Außerdem wurde eine Dokumentation zur Überarbeitung der Energiebilanzen ab dem Jahr 2003 im Internet veröffentlicht²⁷.

Erdgasverdichterstationen: die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.4 gelten entsprechend.

²⁷ AG Energiebilanzen: Erläuterungen zur Revision der Energiebilanzen 2003 – 2006 URL: <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=63> (Aufruf vom 30.10.2009)

Für den Bauwirtschaftlichen Verkehr wurden darüber hinaus die implizierten Emissionsfaktoren (IEF) denen anderer Staaten gegenübergestellt. Aufgrund der sehr heterogenen Zusammensetzung der Quellgruppe ist ein Vergleich gerade für Methan und Lachgas hier aber nur schwer möglich.

3.2.10.5.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.3.e)

Erdgasverdichterstationen: Gegenüber Submission 2012 erfolgte für alle Jahre ab 2004 eine Neuberechnung der Lachgas-Emissionen nach Korrektur des für der 13.BImSchV unterliegende Erdgasverdichter verwendeten Emissionsfaktors.

Tabelle 71: Revision des für der 13.BImSchV unterliegende Erdgasverdichter verwendeten Emissionsfaktors für Lachgas, ab 2004

	Einheit	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Subm. 2013		1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
Subm. 2012	[kg/TJ]	1,16	1,10	1,02	0,94	0,89	0,85	0,80
Diff. absolut		0,54	0,60	0,68	0,76	0,81	0,86	0,90
Diff. relativ	[%]	46,55	54,55	66,67	80,85	91,01	101,18	112,50

Tabelle 72: Neuberechnung der Lachgas-Emissionen der Erdgasverdichterstationen, ab 2004

	Einheit	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Subm. 2013		0,049	0,054	0,059	0,035	0,045	0,045	0,051	0,041	0,043	0,040
Subm. 2012	[Gg]	0,049	0,054	0,059	0,035	0,031	0,029	0,031	0,023	0,023	0,021
Diff. absolut		0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,015	0,019	0,018	0,020	0,019
Diff. relativ	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	43,61	51,09	62,67	75,78	86,24	91,44

Bauwirtschaftlicher Verkehr:

Änderungen gegenüber der letztjährigen Berichterstattung erfolgten aufgrund der Korrektur des Berechnungsverfahrens zur Ermittlung der durch den Bauwirtschaftlichen Verkehr verbrauchten Mengen an Ottokraftstoff aus den in Kategorie „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher“ der Energiebilanzen gemeldeten Gesamtmengen. Hier wurde erstmals der Verbrauch von Flugbenzin im militärischen Flugverkehr einbezogen, was für alle betrachteten Jahre minimale Korrekturen zur Folge hatte. Zudem erfolgte eine Revision der Energiebilanz 2010.

Tabelle 73: Neuberechnung der durch den Bauwirtschaftlichen Verkehr verbrauchten Mengen an Ottokraftstoff, ab 1995

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Subm. 2013		2.816	3.132	3.109	3.044	3.052	3.063	3.013	1.809	1.745
Subm. 2012	[TJ]	2.816	3.135	3.110	3.044	3.054	3.069	3.013	1.809	1.750
Diff. absolut		0	-3	0	0	-1	-6	0	0	-6
Diff. relativ	[%]	0,00	-0,09	-0,01	0,00	-0,03	-0,20	0,00	0,00	-0,32

Tabelle 74: Anpassung der durch den Bauwirtschaftlichen Verkehr verbrauchten Mengen an Diesellokraftstoff an die revidierte Energiebilanz 2010

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Subm. 2013		46.991	41.076	39.926	34.365	34.981	34.656	35.392	37.632	37.151
Subm. 2012	[TJ]	46.991	41.076	39.926	34.365	34.981	34.656	35.392	37.632	38.130
Diff. absolut		0	0	0	0	0	0	0	0	-979
Diff. relativ	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-2,57

Die verwendeten Emissionsfaktoren blieben dagegen unverändert.

Die aus den beschriebenen Korrekturen und Neuberechnungen resultierenden Anpassungen der für 1.A.3.e berichteten Treibhausgasemissionen werden in der nachfolgenden Tabelle noch einmal zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 75: resultierende Neuberechnung der Treibhausgas-Emissionen, ab 1995

	Einheit	1990	1994	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Subm. 2013	[Gg	4.792	4.502	4.635	4.629	4.294	4.548	4.192	4.336	4.315	4.095
Subm. 2012	CO ₂ -	4.792	4.502	4.636	4.629	4.289	4.542	4.187	4.329	4.309	4.162
Diff. absolut	Äquiv.]	0	0	0	0	5	6	5	6	6	-68
Diff. relativ	[%]	0,00	0,00	-0,004	-0,001	0,11	0,13	0,12	0,14	0,14	-1,63

3.2.10.5.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.3.e)

Erdgasverdichterstationen: Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

Bauwirtschaftlicher Verkehr: Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.2.11 Sonstige: Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Land-, Forstwirtschaft und Fischerei (1.A.4)

3.2.11.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.4)

CRF 1.A.4.	Gas	HK	1990			2011		Trend
				Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
CRF 1.A.4.a (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen)								
all fuels	CO ₂	L	T/T2	63.949,6	(5,25%)	33.429,9	(3,61%)	-47,72%
all fuels	CH ₄	-	--	1.216,1	(0,10%)	56,3	(0,01%)	-95,37%
all fuels	N ₂ O	-	-	144,2	(0,01%)	101,5	(0,01%)	-29,61%
CRF 1.A.4.b (Haushalte)								
all fuels	CO ₂	L	T/T2	129.474,0	(10,63%)	81.918,8	(8,85%)	-36,73%
all fuels	CH ₄	-	-	1.200,4	(0,10%)	702,6	(0,08%)	-41,47%
all fuels	N ₂ O	-	-	801,9	(0,07%)	400,5	(0,04%)	-50,05%
CRF 1.A.4.c (Land-, Forstwirtschaft und Fischerei)								
all fuels	CO ₂	L	T/T2	11.059,8	(0,91%)	5.970,9	(0,64%)	-46,01%
all fuels	CH ₄	-	-	178,5	(0,01%)	103,6	(0,01%)	-41,96%
all fuels	N ₂ O	-	-	41,7	(0,00%)	41,9	(0,00%)	0,46%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS	NS	CS
CH ₄	Tier 2	NS	CS
N ₂ O	Tier 2	NS	CS
NO _x , CO, NMVOC, SO ₂	CS	NS	CS

Die Quellgruppe 1.A.4 *Sonstige* ist in allen ihren Subquellgruppen für CO₂-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Die Quellgruppe 1.A.4 umfasst Feuerungsanlagen in den Bereichen der Haushalte, des Gewerbes, des Handels und der Dienstleistungen (Kleinverbraucher) und der Landwirtschaft (*Commercial and Institutional, Residential* und *Agriculture*) sowie verschiedene mobile Quellen.

In der Subquellgruppe 1.A.4.a Gewerbe, Handel und Dienstleistungen werden Anlagen zur Wärmeerzeugung in Kleinfeuerungsanlagen der Kleinverbraucher berichtet.

1.A.4.b umfasst den Energieeinsatz in Haushalten. Es handelt sich in erster Linie um Feuerungsanlagen. Daneben sind in der Quellgruppe 1.A.4.b mobile Quellen der Haushalte (ohne Straßenverkehr) enthalten.

Die Subquellgruppe 1.A.4.c umfasst die Bereiche Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei. Berichtet werden hier die Emissionen aus der Wärmeerzeugung in kleinen und mittleren Feuerungsanlagen und die Emissionen aus dem landwirtschaftlichen Verkehr. Gemäß der IPCC-Struktur sind in 1.A.4.c auch Emissionen aus den mobilen Quellen der Fischerei und der Forstwirtschaft enthalten.

Gradtagszahlen Deutschland und CO₂ - Emissionen von 1.A.4 "Sonstige"

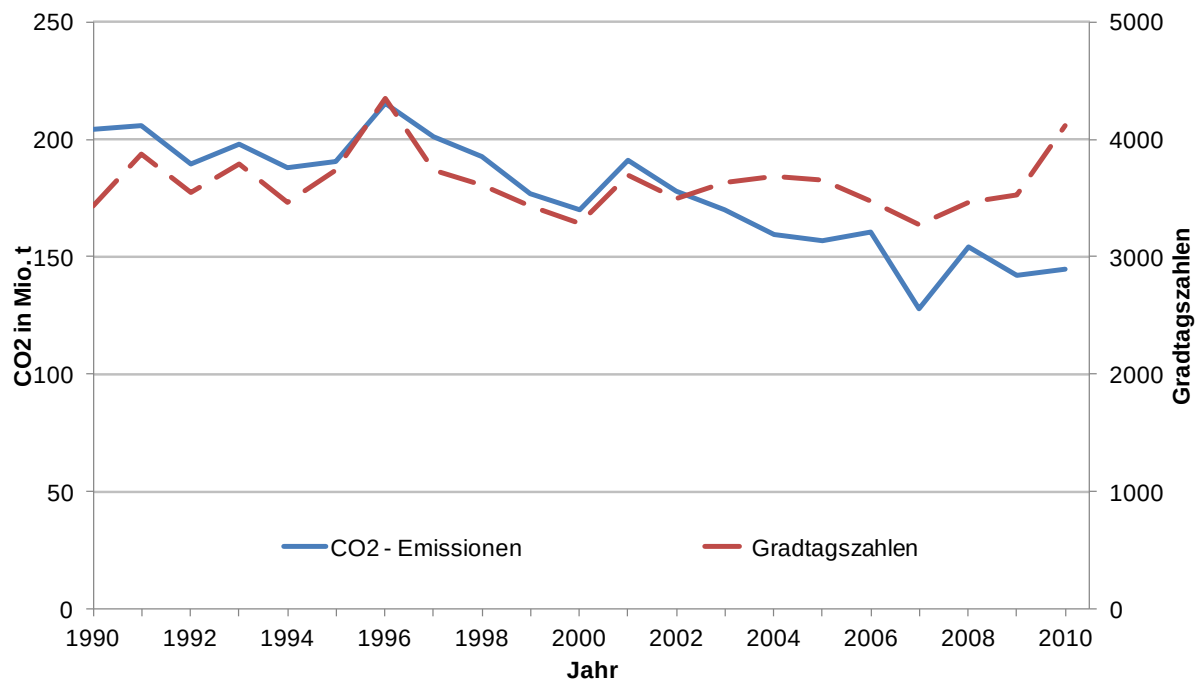


Abbildung 34: Änderung der Gesamtemission von 1.A.4 in Abhängigkeit von der Temperatur

Der Haupttreiber für die CO₂-Emissionen in 1.A.4 ist der Energieverbrauch für Raumwärme. Daher sind Schwankungen beim Verbrauch gut durch die unterschiedlichen winterlichen Kälteperioden erklärbar. Der Trend zu weniger CO₂-Emissionen kommt durch die höheren Standards bei Neubauten bzw. die erfolgreiche Durchführung von energetischen Gebäudesanierungen bei Bestandsbauten. Ebenso hilfreich ist der Wechsel zu CO₂-ärmeren Brennstoffen. Andererseits werden CO₂-Emissionen von den heutzutage in Neubauten immer öfter eingesetzten elektrischen Wärmepumpen nicht hier berichtet.

Entwicklung des Energieverbrauchs in Quellgruppe 1.A.4

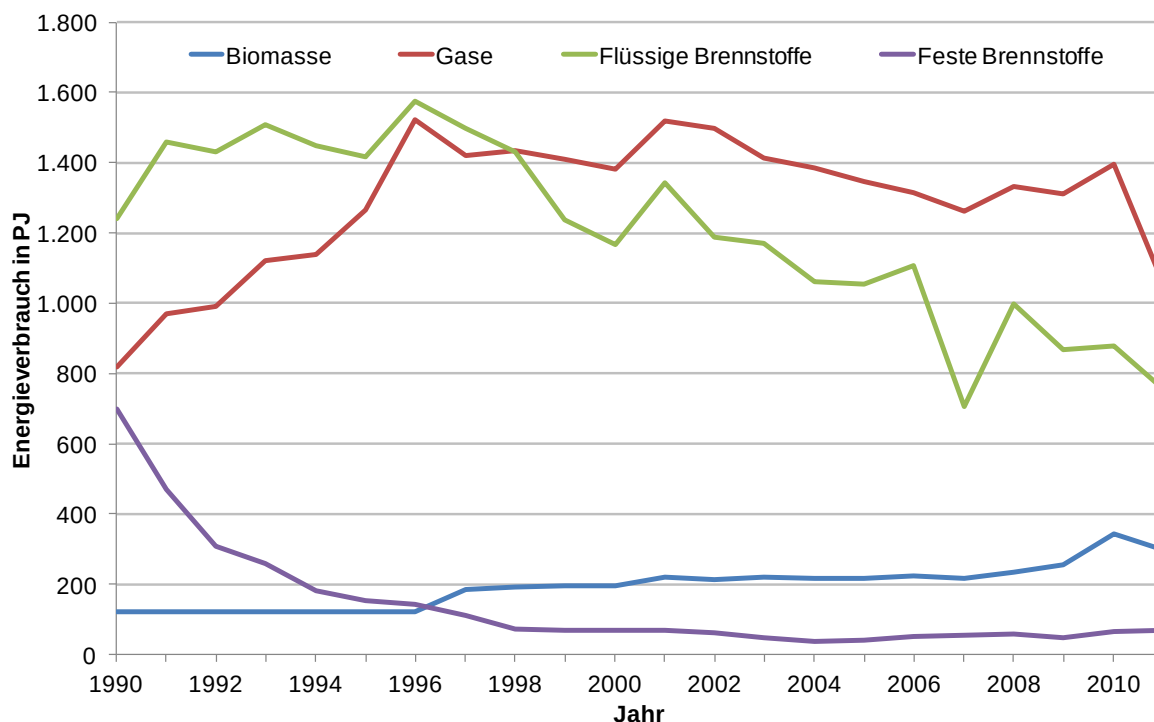


Abbildung 35: Verlauf des Energieverbrauchs von 1.A.4 nach 4 Brennstoffkategorien

Der Wechsel von flüssigen Brennstoffen (fast nur Heizöl) und festen Brennstoffen (hauptsächlich Kohle) zu gasförmigen Brennstoffen (Erdgas) und Biomasse sorgt für eine erhebliche CO₂-Emissionsminderung. In den Jahren 2006 und 2007 gab es das Phänomen eines überhöhten bzw. abgesenkten Energieverbrauchs, welches durch eine Umsatzsteuererhöhung von 16 % auf 19 % ausgelöst wurde. Die sehr hohen Heizölverkäufe im Jahr 2006 sorgten für steigende CO₂-Emissionen, da die Daten für das Heizöl absatzorientiert ermittelt wurden und nicht verbrauchsorientiert. „Der starke Rückgang des Energieeinsatzes 2011, vor allem auf dem Wärmemarkt, begründet sich aus den vergleichsweise milden Witterungsverhältnissen in der winterlichen Heizperiode. Der Rückgang ist deutlich, weil der Winter im Vorjahr 2010 vergleichsweise sehr kalt war. Eine weitere Ursache für die Senkung des Energieverbrauchs waren auch die Reaktionen auf die erheblich gestiegenen Energiepreise und –kosten.“ (Quelle: [Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen \(AGEB\)](#), [Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2011](#)).

Der Bestand an Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (Kleinverbraucher) stellt hinsichtlich Bauart und Größe der Anlagen eine sehr inhomogene Gruppe dar. Die Bandbreite der installierten Feuerungen reicht, um nur einige Beispiele zu nennen, von Einzelraumfeuerstätten für feste Brennstoffe mit ca. 4 kW Nennwärmeleistung (z.B. Kaminöfen, Herde), über Öl- und Gasfeuerungen zur Raumwärme- und Warmwassererzeugung (z.B. Zentralheizungskessel) sowie hand- und automatisch beschickte Holzfeuerungen im gewerblichen Bereich bis hin zu genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen bei Kleinverbrauchern mit einer Nennwärmeleistung von mehreren Megawatt. Insgesamt waren im Jahr 2005 mehr als 36,5 Mio. Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (Kleinverbraucher) in Deutschland installiert (STRUSCHKA, 2008: S. 12) Daran hatten Gasfeuerungsanlagen mit ca. 14,5 Mio. Anlagen den größten Anteil, gefolgt von den Feuerungsanlagen für feste

Brennstoffe (14,4 Mio. Anlagen) und Ölfeuerungsanlagen (ca. 7,9 Mio.). Die weitaus überwiegende Anzahl der Anlagen (etwa 95 %) ist im Bereich der privaten Haushalte installiert (STRUSCHKA, 2008).

Von den in Haushalten und Gewerbe eingesetzten Holzbrennstoffen werden große Mengen privat gehandelt oder stammen aus eigenem Waldbesitz. Aus diesem Grunde werden in der Energiebilanz die Daten des Statistischen Bundesamtes durch eine Erhebung des Verbrauchs von Brennholz in privaten Haushalten ergänzt. Für den Brennholzeinsatz in den Quellgruppen Gewerbe, Handel, Dienstleistungen gibt es keine amtlichen Daten, so dass hier auf Ergebnisse einer Studie aus dem Jahr 2000 zurückgegriffen wird (UBA 2000a). Die dort ermittelten Verbräuche werden seither konstant fortgeschrieben. Um die Aktivitätsraten von den Holzbrennstoffen in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen genauer zu bestimmen, wurde ein Forschungsvorhaben „Methodenentwicklung zur Ermittlung des Verbrauchs biogener Festbrennstoffe im GHD-Sektor“ durchgeführt. Da die Ergebnisse exemplarisch für einzelne Branchen ermittelt wurden, liegt weiterhin keine Vollabdeckung des Brennholzeinsatzes im Sektor vor, mit der eine Aktualisierung vorgenommen werden könnte. Ziel des Vorhabens war zunächst eine Methodenentwicklung, auf deren Basis die prinzipielle Vorgehensweise entwickelt wurde. Es ist geplant mit den gemachten Erfahrungen ein Folgevorhaben mit der Zielsetzung zu starten, die Ergebnisse auch für die anderen Branchen zu vervollständigen. Die in der Energiebilanz angegebene Brennstoffkategorie „Müll und sonstige Biomasse“, wird in der Satellitenbilanz weiter spezifiziert. Daraus geht hervor, dass im Sektor Haushalte ausschließlich Brennholz eingesetzt wird, während im Sektor „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher“ lediglich Klärgas/ Biogas zum Einsatz kommt.

3.2.11.2 Methodische Aspekte (1.A.4)

Aktivitätsraten

Die Aktivitätsraten der Quellgruppe 1.A.4 bauen auf den durch die AG Energiebilanzen (AGEB) erstellten Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland auf. Für die Jahre vor 1995 werden dabei für alte und neue Bundesländer getrennte Energiebilanzen verwendet. Für die Jahre ab 1995 sind die Zeilen 66 (Haushalte) und 67 (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher) maßgebend.

Die in Zeile 66 erfassten Mengen an Ottokraftstoffen werden dabei vollständig den *mobilen Quellen der Haushalte* (Subkategorie 1.A.4.b (ii)) zugeordnet.

Da die Angaben der Energiebilanzzeile 67 – Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher – auch die Verbräuche des Militärs (Dienststellen sowie Fahrzeuge und Fluggerät) beinhalten, müssen diese von den jeweiligen Positionen der Zeile 67 abgezogen werden (siehe Kapitel 3.2.12 zu den stationären wie mobilen Quellen des militärischen Bereichs).

Zu den Energieeinsätzen in *Feuerungsanlagen der Landwirtschaft* (1.A.4.c (i)), die ebenfalls in Zeile 67 der Energiebilanz enthalten sind, kann auf Angaben einer vorliegenden Studie (UBA, 2000a) für das Jahr 1995 zurückgegriffen werden. Hier wurde eine Schätzung des Anteils der Feuerungsanlagen der Landwirtschaft am gesamten Energieeinsatz in Zeile 67 vorgenommen. Dieser Anteil wurde für seither als konstant angenommen.

Die ebenfalls in Zeile 67 erfassten Verbräuche an Diesel- und Ottokraftstoff werden vollständig mobilen Verbrauchern (bau- und landwirtschaftlicher sowie militärischer Verkehr) zugeordnet. Der Anteil des *landwirtschaftlichen Verkehrs* (Subkategorie 1.A.4.c (ii)) ergibt sich dabei nach Abzug der Verbräuche des Militärs, die den Angaben des BAFA entnommen werden (siehe Kapitel 3.2.12) sowie des *bauwirtschaftlichen Verkehrs* (siehe Kapitel 3.2.10.5).

Die Aktivitätsdaten der unter 1.A.4.c (iii) – *Fischerei* erfassten Hochseefischerei werden dabei konservativ anhand der Entwicklung der auf den aktiven deutschen Fangschiffen installierten Motorleistung (EC, 2011) und einem festen Verbrauch von 200 g Diesel je kWh erbrachte Arbeit berechnet.

Emissionsfaktoren

Datengrundlage für die stationären Feuerungsanlagen verwendeten Emissionsfaktoren für N₂O und CH₄ ist der Forschungsbericht „Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung“ (STRUSCHKA 2008). Im Rahmen dieses Vorhabens wurden gerätebezogene und quellgruppenspezifische Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher für alle wichtigen Abgaskomponenten mit hohem Detaillierungsgrad für das Bezugsjahr 2005 berechnet.

Die Ermittlung der Emissionsfaktoren beruht auf einem quellgruppenspezifischen „bottom-up“-Ansatz, bei dem zusätzlich zu den (Sub-)Quellgruppen und Brennstoffen detailliert nach Anlagentechnologien unterschieden wird. Hierbei werden durch Aggregation von mehreren anlagenspezifischen Emissionsfaktoren mittlere Emissionsfaktoren für den gesamten Anlagenbestand innerhalb der betrachteten Quellgruppen generiert. Durch die anlagen-/gruppenspezifischen Emissionsfaktoren werden alle wesentlichen feuerungstechnischen Besonderheiten der für die einzelnen Gruppen typischen Anlagen erfasst. Das Verfahren entspricht der Tier 2/3-Methode der 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (IPCC 2006).

Die Strukturierung der Emissionsfaktoren richtete sich nach den in Deutschland am Endenergieverbrauch relevant beteiligten Brennstoffen:

- Heizöl EL,
- Erdgas,
- Braunkohlen (Briketts aus dem Rheinischen und Lausitzer Revier, Importbriketts),
- Steinkohlen (Koks, Briketts, Anthrazit) und
- Holz (naturbelassenes Holz, Holzpellets, Resthölzer).

Außerdem wurden die Emissionsfaktoren nach der Gerätebauart, der Altersstufe, dem Leistungsbereich und der typischen Betriebsweise der Feuerungsanlagen differenziert erhoben. Das Emissionsverhalten der Feuerungsanlagen wurde auf der Basis einer umfangreichen Literaturschau dokumentiert, wobei zwischen Ergebnissen aus Prüfstandsuntersuchungen und Feldmessungen unterschieden wurde. Durch die Anwendung von Übertragungsfaktoren wurde berücksichtigt, dass die Emissionen auf dem Prüfstand in der Regel unter denen von installierten Anlagen liegen.

Die Beschreibung der Anlagenstruktur der installierten Feuerungsanlagen erfolgte unter Verwendung der Statistiken des Schornsteinfegerhandwerks und durch eigene Erhebungen des Forschungsnehmers in ausgewählten Kehrbezirken in Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen und Sachsen. Mit Hilfe dieser Daten wurde der Energieeinsatz in einzelnen

Anlagentypen geschätzt, so dass nach Energieeinsätzen gewichtete sektorale Emissionsfaktoren ermittelt werden konnten. Tabelle 76 zeigt die sektoralen Emissionsfaktoren.

Tabelle 76: Sektorale Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen der Haushalte und Kleinverbraucher für das Bezugsjahr 2005

1.A.4.b (i) - Haushalte	CH₄	N₂O
	[kg/TJ]	
Steinkohlen	129	11
Briketts	368	9,7
Steinkohlenkoks	13	0,82
Braunkohlenbriketts	55	5,2
Naturlasendes Holz	100	1,5
Heizöl EL	0,046	0,55
Erdgas	2,3	0,25
1.A.4.a (i) & c(i)- Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (Kleinverbraucher)		
Steinkohlen	100	10
Briketts	-	-
Steinkohlenkoks	-	-
Braunkohlenbriketts	-	-
Holzbrennstoffe	56	1,1
Heizöl EL	0,026	0,56
Erdgas	0,16	0,33

Die Emissionsfaktoren des Jahres 2005 wurden für folgende Jahre konstant fortgeschrieben.

Tabelle 77: Sektorale Emissionsfaktoren für mobile Quellen der Haushalte, des landwirtschaftlichen Verkehrs sowie der Fischerei

1.A.4.b (ii) - mobile Quellen der Haushalte	CH₄	N₂O
	[kg/TJ]	
Ottokraftstoff	37,0	3,7
1.A.4.c (ii) - Landwirtschaftlicher Verkehr		
Diesel	1990: 7,61 1995: 7,17 2011: 4,24	1,0
Ottokraftstoff	37,0	3,7
1.A.4.c (iii) - Fischerei (hier: Hochseefischfang)		
Diesel	7,0	2,0

Für die mobilen Quellen werden derzeit weitestgehend über alle betrachteten Jahre konstante Emissionsfaktoren verwendet. Einzig für Methan aus dem Einsatz von Diesel in Maschinen und Fahrzeugen der Landwirtschaft kommen landesspezifische EF zum Einsatz, die die schrittweise eingeführten Grenzwerte für die Abgasemissionen widerspiegeln.

3.2.11.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.4)

Anhang 2, Kapitel 13.6 im NIR 2007 beschreibt die Methode, mit der die Unsicherheiten für die **Aktivitätsraten** ermittelt wurden.

Für die *mobilen Quellen der Haushalte* und den *landwirtschaftlichen Verkehr* wurde bisher auf Default-Unsicherheiten gemäß IPCC zurückgegriffen.

Die Berechnung von abgesicherten Emissionsfaktoren in diesem Anlagenbereich kann nur durch ein aufwendiges Verfahren erfolgen. Neben Emissionswerten müssen zusätzliche Informationen z.B. zur Berücksichtigung der Betriebsweise (Lastfälle), der Anlagenstruktur

und des gerätebezogenen Endenergieverbrauchs ermittelt werden. Bei der Datenermittlung im Rahmen des oben genannten FE-Vorhabens wurde dieser Ansatz weitgehend verfolgt, gleichwohl musste allein aufgrund des großen Anlagenbestandes sowie der Vielzahl verschiedener Feuerungsbauarten und der zum Einsatz kommenden Brennstoffe von einer relativ großen „Grundunsicherheit“ der Daten ausgegangen werden.

Bei einigen Anlagenarten lagen bei Einsatz bestimmter Brennstoffe zudem nur unzureichende oder überhaupt keine Daten zum Emissionsverhalten vor. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass bei den Feuerungsanlagen der Haushalte und in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (Kleinverbraucher) keine gesetzliche Messpflicht für Treibhausgasemissionen besteht. Für die Ermittlung der Emissionsfaktoren konnte daher im Regelfall (ausgenommen CO₂, da weitgehend unabhängig von der Feuerungsbauart) nur auf wenige Ergebnisse von Einzelmessungen an ausgewählten Anlagen zurückgegriffen werden. Die Datenlücken wurden durch Übertragung von Emissionsfaktoren vergleichbarer Feuerungsanlagen geschlossen.

Die Ermittlung der für die Emissionsfaktoren für CH₄ und N₂O aus der stationären Feuerung angegebenen Unsicherheiten erfolgte durch eine Expertenschätzung gemäß IPCC-GPG (2000: Kapitel 6). Sie basiert auf den für das o.g. Forschungsvorhaben erhobenen Emissionsdaten und wurde im Rahmen des o.g. Forschungsprojekts von Experten des Instituts für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen der Universität Stuttgart durchgeführt. Die Schätzung der Unsicherheiten erfolgte separat für alle Feuerungstechniken und Brennstoffe. In die Schätzung gingen für N₂O und CH₄ folgende Fehlerquellen ein:

- der Messfehler bei der Bestimmung der Schadstoff-Konzentration;
- die Unsicherheit bei der Schätzung von Übertragungsfaktoren (systematische Unterschiede zwischen Prüfstands- und Feldmessungen);
- die Unsicherheit aufgrund einer zu geringen Anzahl an Emissionsdaten;
- die Unsicherheit aufgrund von unterschiedlichen eingesetzten Messverfahren;
- die Unsicherheiten bei den angesetzten Anlagendaten (Bestands-, Alters- und Leistungsstruktur und eingesetzte Brennstoffmengen)

Bei Gasfeuerungsanlagen tritt ein weiterer Fehler bei der Ermittlung der Start-/ Stopp-Emissionen auf. Hier wird während der An- und Abfahrvorgänge CH₄ aus dem Erdgas teilweise unverbrannt emittiert. Diese dem eigentlichen Verbrennungsprozess vor- und nachgelagerten Emissionen, vgl. hierzu Kapitel 3.3.2.4 (Erdgas), tragen erheblich dazu bei, dass die CH₄-Emissionsfaktoren bei Gasfeuerungsanlagen mit hohen Unsicherheiten behaftet sind.

Für die Verteilung der Unsicherheiten wird bei den N₂O-Emissionsfaktoren eine Log-Normalverteilung angenommen. Es ist davon auszugehen, dass die Abweichungen hin zu größeren Werten deutlich ausgeprägter sind als hin zu kleineren Werten. Die Emissionsfaktoren für CH₄ und N₂O wurden im Rahmen des o.g. Forschungsvorhabens für das Jahr 2005 erhoben und seither als konstant angenommen.

3.2.11.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.4)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Informationen zur Qualitätssicherung für die **Aktivitätsraten** sind in Kapitel 3.2.6.4 beschrieben. Weitere Informationen zur Qualitätssicherung siehe Kapitel 18.4.2.

Zur Qualitätssicherung der Angaben zu *stationären Feuerungen* wurden im Rahmen des oben genannten FE-Vorhabens alle verwendeten Eingangsdaten aus der Literatur und aus eigenen Erhebungen des Forschungsnehmers auf ihre Validität hin überprüft. Zur Beschreibung des Emissionsverhaltens der Feuerungsanlagen wurden Emissionswerte grundsätzlich nur dann in die weitere Berechnung übernommen, wenn in der Literaturstelle vollständige und zweifelsfreie Angaben zum eingesetzten Brennstoff, zur Bauart der Feuerung und deren Betriebsweise während der Messungen vorhanden waren. Alle für die Inventarerstellung wesentlichen Materialien hat der Auftragnehmer dokumentiert.

Im Rahmen einer von Fachleuten des Umweltbundesamtes durchgeführten Qualitätsprüfung wurden zudem die nach Tier 2 ermittelten länderspezifischen Emissionsfaktoren für CH₄ und N₂O mit den IPCC Tier 2 Default-Faktoren der IPCC Guidelines for emissions inventories (IPCC 2006) verglichen. Dabei ergab sich bei den meisten Brennstoffen eine gute Übereinstimmung der Werte (Abweichungen innerhalb einer Größenordnung), wobei tendenziell die Default-Werte für CH₄ höher liegen als die länderspezifischen Werte.

Im Rahmen der Qualitätssicherung wurden für die Sektoren Haushalte sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistungen für das Jahr 2005 neben der Ermittlung der Emissionen nach Tier 2/3 eine Berechnung mit den Tier-1-Default-Werten durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 78 dokumentiert.

Tabelle 78: Emissionsberechnung mit landesspezifischen Tier 2/3 Emissionsfaktoren und mit den Tier 1 Default-Emissionsfaktoren nach (IPCC 2006)

Emissions-faktoren	CH ₄ [t]				N ₂ O [t]			
	Haushalte		Kleinverbraucher		Haushalte		Kleinverbraucher	
	Tier 1 Default	Struschka 2008	Tier 1 Default	Struschka 2008	Tier 1 Default	Struschka 2008	Tier 1 Default	Struschka 2008
Heizöl EL	6.590	30	2.489	6,5	395	357	149	139
Brenngase	5.290	2.459	2.496	77	106	266	50	163
Kohlebrennstoffe	13.452	4.568	6	58	67	340	1	5,6
Holz	60.194	20.001	5.749	1.081	803	284	77	6,2
Summe	85.526	27.058	10.740	1.223	1.371	1.247	279	313,8

In den Emissionen des Kleinverbrauchs sind die Emissionen der Bereiche Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei enthalten.

Die Ergebnisse der Emissionsberechnung stimmen für N₂O bei beiden Methoden recht gut überein. Größere Abweichungen treten bei der Ermittlung der CH₄-Emissionen auf. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass die Methanemissionen von Feuerungsanlagen sehr stark von der Verbrennungstechnik abhängen. Unterschiede in der Anlagenstruktur in einzelnen Ländern machen sich deshalb sehr viel stärker in den ermittelten Gesamtemissionen bemerkbar als bei Lachgas. Vor allem der Default-Emissionsfaktor für Heizöl liegt sehr hoch. Der in IPCC 2006 angegebene Technikspezifische Emissionsfaktor für Heizkessel stimmt mit dem länderspezifischen Faktor für Deutschland deutlich besser überein.

Datenquellen, die einen Vergleich mit den hier für die mobilen Quellen der Haushalte, den landwirtschaftlichen Verkehr und den Fischfang berichteten Daten erlauben würden, sind nicht bekannt. Darüber hinaus wurde ein Vergleich der landesspezifischen IEF mit denen

anderer Staaten durchgeführt, der aufgrund der heterogenen Zusammensetzung der Unterquellgruppen gerade für Methan und Lachgas allerdings nur begrenzt aussagefähig ist.

3.2.11.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.4)

Aufgrund der nun vorliegenden endgültigen Energiebilanz wurden für das Jahr 2010 für alle Brennstoffe Rückrechnungen nötig. Eine signifikante Änderung ergab sich beim Erdgas. Hier wurden im Rahmen der Qualitätssicherungsmaßnahmen Unstimmigkeiten festgestellt. Diese konnten durch Korrekturen in der amtlichen Statistik adressiert werden, was wiederum in der nun vorliegenden endgültigen Energiebilanz 2010 zu deutlichen Korrekturen nach oben geführt hat.

Tabelle 79: Rückrechnungen in CRF 1.A.4 (stationär & mobil)

Einheit [Gg]	NIR 2012	NIR 2013	Abweichung absolut				Abweichung relativ
			gas	liquid	solid	gesamt	
Jahr	gesamt	gesamt					gesamt
1995	190.555	190.555	0	-0,27	0,00	-0,27	0,00%
1996	215.505	215.505	0	-0,12	0,00	-0,12	0,00%
1997	201.100	201.100	0	-0,12	0,00	-0,12	0,00%
1998	192.748	192.748	0	-0,10	0,00	-0,10	0,00%
1999	176.838	176.838	0	-0,08	0,00	-0,08	0,00%
2000	170.074	170.074	0	-0,05	0,00	-0,05	0,00%
2001	190.953	190.953	0	-0,03	0,00	-0,03	0,00%
2002	177.672	177.672	0	-0,01	0,00	-0,01	0,00%
2003	170.056	170.056	0	-0,02	0,00	-0,02	0,00%
2004	159.584	159.584	0	-0,01	0,00	-0,01	0,00%
2005	157.036	157.035	0	-0,01	0,00	-0,01	0,00%
2006	160.254	160.254	0	-0,10	0,00	-0,10	0,00%
2007	127.820	127.820	0	-0,62	0,00	-0,62	0,00%
2008	154.015	154.015	0	0,00	0,00	0,00	0,00%
2009	141.800	141.800	0	-0,04	0,04	0,00	0,00%
2010	144.557	149.174	4.012	-115,04	720	4.617	3,19%

Die Angaben zum Hochseefischfang (1.A.4.c iii) blieben hiervon unberührt, da diese auf unveränderten Angaben zu Flottengröße und installierter Motorleistung beruhen.

Tabelle 80: Anpassung der in Sektor 1.A.4 verbrauchten Mengen an Dieselmotorkraftstoff sowie der durch die mobilen Quellen der Haushalte verbrauchten Mengen an Ottomotorkraftstoff an die revidierte Energiebilanz 2010

	Einheit	Diesel	Ottomotorkraftstoff
Submission 2013		52.181	3.379
Submission 2012	[TJ]	53.534	3.394
Differenz absolut		-1.353	-15
Differenz relativ	[%]	-2,53	-0,44

Für den landwirtschaftlichen Verkehr (1.A.4.c ii) erfolgten gegenüber der letztjährigen Berichterstattung für alle Jahre ab 1995 Änderungen aufgrund der Korrektur des Berechnungsverfahrens zur Ermittlung der verbrauchten Mengen an Ottomotorkraftstoff aus den in Kategorie „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher“ der Energiebilanzen gemeldeten Gesamtmengen. Hier wurde erstmals der Verbrauch von Flugbenzin im militärischen Flugverkehr einbezogen, was für alle betrachteten Jahre minimale Korrekturen zur Folge hatte.

Tabelle 81: Neuberechnung der durch den Landwirtschaftlichen Verkehr verbrauchten Mengen an Ottokraftstoff, ab 1995

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Submission 2013		3.889	4.325	4.294	4.203	4.215	4.230	4.161	2.498	2.410
Submission 2012	[TJ]	3.889	4.329	4.294	4.203	4.217	4.238	4.161	2.498	2.417
Differenz absolut		0	-4	-1	0	-1	-9	0	0	-8
Differenz relativ	[%]	0,00	-0,09	-0,01	0,00	-0,03	-0,20	0,00	0,00	-0,32

Tabelle 82: resultierende Anpassung der in Sektor 1.A.4 verbrauchten Mengen an Ottokraftstoff (inkl. der Anpassung für die mobilen Quellen der Haushalte für 2010)

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Submission 2013		6.066	6.720	6.689	6.598	6.392	6.407	6.338	5.943	5.789
Submission 2012	[TJ]	6.066	6.724	6.689	6.598	6.394	6.415	6.338	5.943	5.811
Differenz absolut		0	-4	-1	0	-1	-9	0	0	-23
Differenz relativ	[%]	0,00	-0,05	-0,01	0,00	-0,02	-0,13	0,00	0,00	-0,39

Für den gesamten Sektor 1.A.4 hatten die beschriebenen Korrekturen folgende Auswirkungen auf die berichteten THG-Emissionen:

Tabelle 83: resultierende Neuberechnung der Treibhausgasemissionen für den gesamten Sektor 1.A.4, ab 1990

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Submission 2013	[Gg	208.066	191.979	171.295	158.095	161.398	128.898	155.221	142.964	150.744
Submission 2012	CO ₂ -	208.066	191.979	171.295	158.095	161.399	128.898	155.221	142.964	145.928
Differenz absolut	Äquiv.]	0,00	-0,27	-0,05	-0,01	-0,11	-0,64	0,00	0,01	4.815
Differenz relativ	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30

3.2.11.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.4)

Für die Berichterstattung zu den *stationären Feuerungen* sind derzeit keine Verbesserungen geplant.

Nach Beendigung der Emissionsberechnung hat die AGEB Korrekturen an der Energiebilanz vorgenommen, diese werden in der nächsten Submission in das Inventar überführt.

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

3.2.12 Andere Bereiche (1.A.5)

Die Quellgruppe 1.A.5 umfasst die verbrennungsbedingten Emissionen des militärischen Bereichs. Sie ist in die Quellgruppen 1.A.5.a „Stationary“ und 1.A.5.b „Mobile“ untergliedert.

3.2.12.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.5)

CRF 1.A.5	Gas	HK	1990		2011		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
all fuels	CO ₂	L	T	11.811,1	(0,97%)	1.202,1	(0,13%)	-89,92%
all fuels	CH ₄	-	-	235,6	(0,02%)	4,3	(0,00%)	-98,19%
all fuels	N ₂ O	-	-	70,4	(0,01%)	9,3	(0,00%)	-86,75%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS	NS	CS/D
CH ₄	CS	NS	CS/D
N ₂ O	CS	NS	CS/D

Die Quellgruppe *Andere Bereiche* ist eine Hauptkategorie für CO₂ nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Die folgende Abbildung zeigt den Emissionsverlauf ab 1990.

CO₂-Emissionen nach Brennstoffen 1.A.5

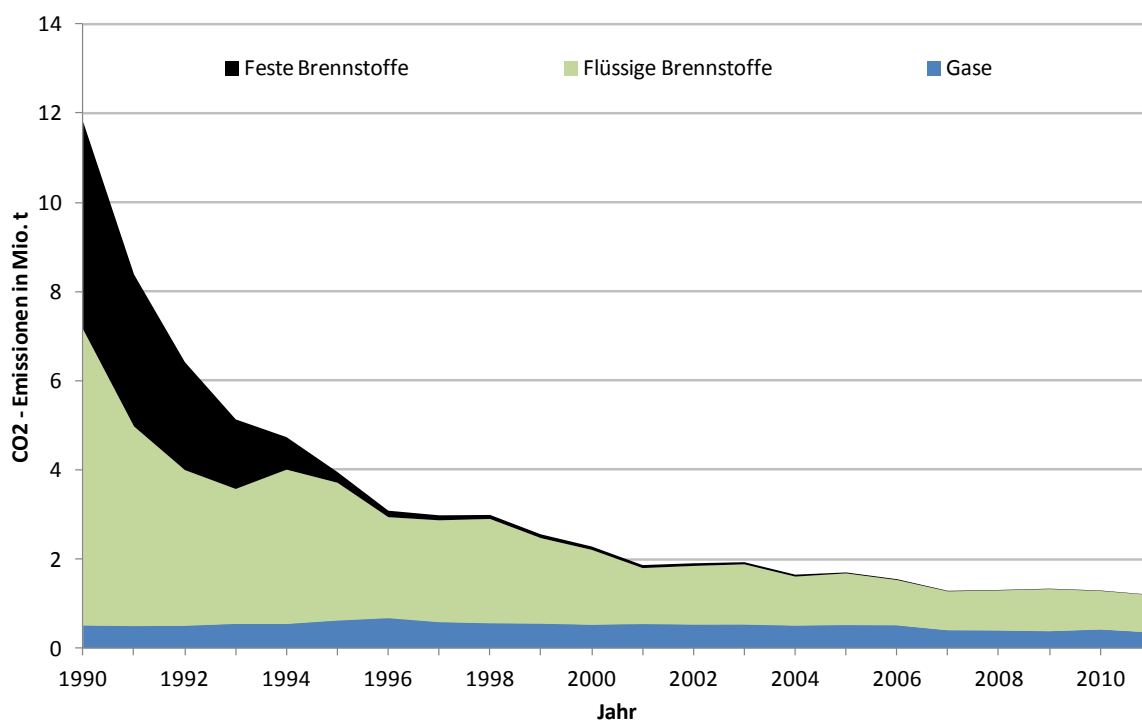


Abbildung 36: Entwicklung der CO₂-Emissionen der Quellgruppe 1.A.5

In der Quellgruppe 1.A.5 ist eine besonders starke Emissionsreduktion zu verzeichnen. Dies liegt zum einen an der Schließung vieler Militärischer Dienststellen und zum anderen an einer deutlichen Änderungen der Brennstoffeinsätze bei stationären Feuerungen. Der Trend geht weg von festen hin zu gasförmigen und flüssigen Brennstoffen.

3.2.12.2 Methodische Aspekte (1.A.5)**Aktivitätsraten**

Grundlage für die verwendeten Aktivitätsraten ist die Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland (AGEB). Da diese den Endenergieverbrauch der militärischen Dienststellen ab 1995 nicht mehr getrennt ausweist, sondern nur noch in Zeile 67 unter „Gewerbe, Handel,

Dienstleistungen und übrige Verbraucher“ mit erfasst, mussten für die Quellgruppe 1.A.5 zusätzliche energiestatistische Quellen erschlossen werden.

Für die Quellgruppe **1.A.5.a** wird auf Angaben des Bundesamtes für Wehrverwaltung (BAWV, 2012) zurückgegriffen, das dem UBA den „Energieeinsatz zur Wärmeerzeugung in der Bundeswehr“ nach Brennstoffen 2000-2011 meldete. Diese Zahlen werden von den Angaben der Energiebilanzzeile 67 (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen) subtrahiert und nicht in 1.A.4, sondern in 1.A.5 berichtet. Seit dem Berichtsjahr 2008 wird für die Quellgruppe 1.A.5.a auch der Einsatz von Holz berichtet.

Für die Quellgruppe **1.A.5.b** werden die militärischen Kraftstoff- (Diesel und Ottokraftstoff) und Flugtreibstoffverbräuche (Kerosin, Flugbenzin) bis 1994 den Energiebilanzen entnommen. Da in diesen für die Folgejahre gesonderte Angaben für das Militär fehlen, werden ab 1994 die Amtlichen Mineralölzeiten der Bundesrepublik Deutschland des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) verwendet (BAFA, 2012). Die dort in 1000 t angegebenen Verbräuche werden auf Basis der ausgewiesenen Heizwerte in TJ umgerechnet.

Darüber hinaus werden der Einsatz von Schmierstoffen und die aus deren Mitverbrennung resultierenden CO₂-Emissionen erfasst. Die zugrunde liegenden Angaben zu Inlandsablieferungen an das Militär entstammen für alle Jahre ab 1993 den Amtlichen Mineralölzeiten des BAFA und werden über einen Heizwert von 40 GJ/t in TJ umgerechnet. Für die Jahre 1990 bis 1992 wurde eine Extrapolation anhand der Entwicklung des Kraftstoffeinsatzes vorgenommen. Bisher wird konservativ davon ausgegangen, dass von den eingesetzten Mengen 50 % mitverbrannt werden und somit CO₂-Emissionen zur Folge haben.

Seit der Berichterstattung 2012 werden auch der Einsatz von Schmierstoffen und die aus deren Mitverbrennung resultierenden CO₂-Emissionen erfasst. Die zugrunde liegenden Angaben zu Inlandsablieferungen an das Militär entstammen für alle Jahre ab 1993 den amtlichen Mineralölzeiten des BAFA. Für die Jahre 1990 bis 1992 wurde eine Extrapolation anhand der Entwicklung des Kraftstoffeinsatzes vorgenommen.

Emissionsfaktoren

Datengrundlage der für die Quellgruppe **1.A.5.a** verwendeten Emissionsfaktoren sind die Ergebnisse eines Forschungsvorhabens der Universität Stuttgart im Auftrag des Umweltbundesamtes (STRUSCHKA, 2008). Im Rahmen dieses Vorhabens wurden gerätebezogene und quellgruppenspezifische Emissionsfaktoren von Feuerungsanlagen in den militärischen Dienststellen für alle wichtigen Abgaskomponenten mit hohem Detaillierungsgrad für das Bezugsjahr 2005 berechnet. Die Methode bei der Ermittlung der Faktoren entspricht der für die Quellgruppe 1.A.4 beschriebenen. Tabelle 84 zeigt die verwendeten sektoralen Emissionsfaktoren.

Bezüglich der für den unter **1.A.5.b** betrachteten militärischen Verkehr verwendeten CO₂-Emissionsfaktoren wird auf die Dokumentation im Anhang-Kapitel 18.7 *CO₂-Emissionsfaktoren* verwiesen. Grundsätzlich werden hier die gleichen landesspezifischen Werte verwendet wie im Straßenverkehr (Diesel, Ottokraftstoff) bzw. im zivilen Luftverkehr (Kerosin, Flugbenzin). Für Methan und Lachgas kommen für den bodengebundenen Verkehr sowie für den Einsatz von Flugbenzin ebenfalls landesspezifische Werte zum Einsatz. Für Kerosin werden aufgrund der vom zivilen Flugverkehr stark abweichenden Flugzeugtypen

IPCC-Defaults verwendet. Gleiches gilt für die Berechnung der CO₂-Emissionen aus der Mitverbrennung von Schmierstoffen. Die Emissionsfaktoren für Methan und Lachgas aus der Mitverbrennung von Schmierstoffen sind dagegen bereits in den entsprechenden Emissionsfaktoren der verwendeten Kraftstoffe abgebildet. Die Emissionen selbst sind damit in den für die einzelnen Kraftstoffe berechneten Mengen enthalten und werden hier als IE (included elsewhere) berichtet.

Tabelle 84: Sektorale Emissionsfaktoren für das Militär

Militär	CH ₄	N ₂ O
	[kg/TJ]	
- stationäre Feuerung in Dienststellen		
Steinkohlen	2,0	4,8
Braunkohlenbriketts	242	0,37
Heizöl EL	0,017	0,56
Erdgas	0,042	0,29
- militärischer Verkehr		
Diesel	6,0	1,0
Ottokraftstoff	37,0	3,7
Kerosin	0,5	2,0
Flugbenzin	8,2	2,3
Schmierstoffe	IE	IE

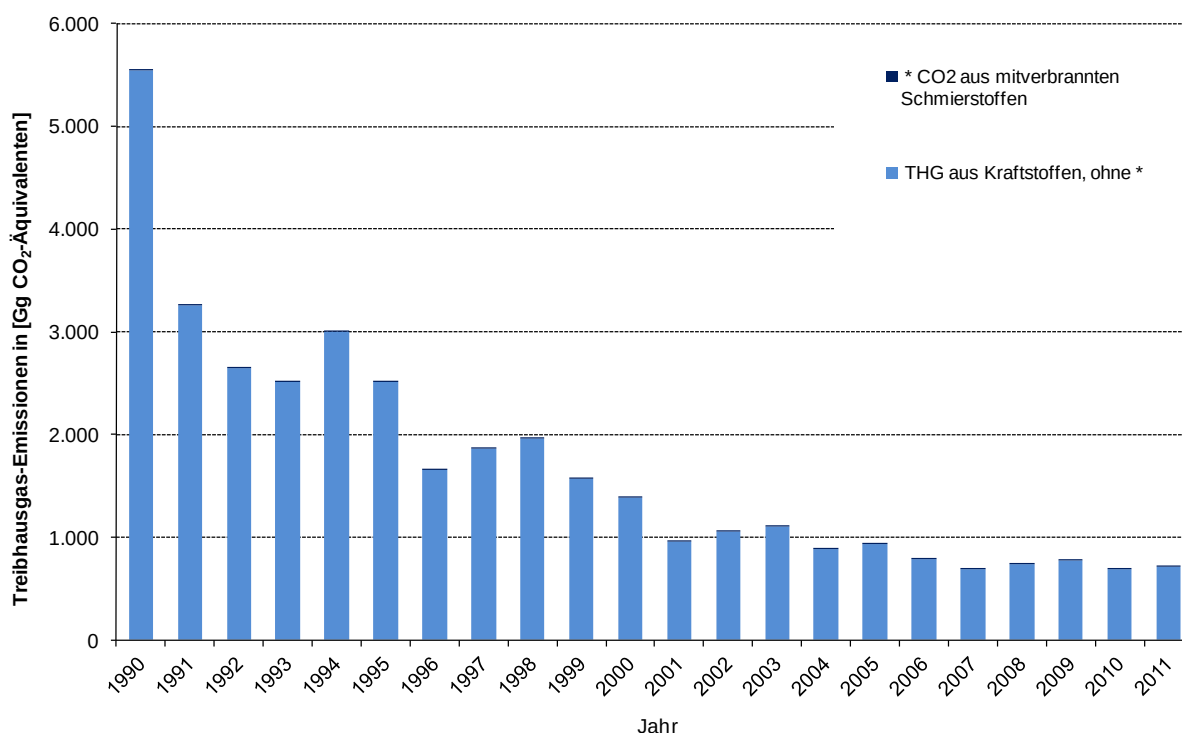


Abbildung 37: Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des militärischen Verkehrs 1990-2011

3.2.12.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.5)

Angaben zu den Unsicherheiten der Emissionsfaktoren können der Beschreibung der Quellgruppe 1.A.4 entnommen werden. Im Anhang 2 Kapitel 13.6 im NIR 2007 ist beschrieben, wie die Unsicherheiten für die Aktivitätsraten ermittelt wurden.

3.2.12.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.5)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Für den militärischen Verkehr wurden die implizierten Emissionsfaktoren denen anderer Staaten gegenübergestellt. Die landesspezifischen Emissionsfaktoren für CO₂ sind dabei sehr gut mit den IPCC-Defaults bzw. von anderen Ländern verwendeten Werten vergleichbar. Aufgrund der sehr heterogenen Zusammensetzung der Quellgruppe ist ein Abgleich für Methan und Lachgas dagegen nur schwer möglich.

Da andere Datenquellen für Deutschland nicht bekannt sind, ist eine vergleichende Verifikation der hier berichteten Emissionen derzeit nicht möglich.

3.2.12.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.5)

Im **stationären Bereich (1.A.5.a „Stationary“)** sind nur geringe Rückrechnungen für die Jahre 2009 und 2010 aufgrund geänderter Heizwerte erfolgt.

Für den **militärischen Verkehr (1.A.5.b „Mobile“)** erfolgten gegenüber den mit Submission 2012 übermittelten Daten keine Rückrechnungen.

3.2.13 Militär

Emissionen aus internationalen Einsätzen der Bundeswehr unter UN-Mandat werden in den deutschen Emissionsinventaren nicht als separate Aktivität erfasst. Diese Aufgabe wird im Rahmen des Nationalen Systems zur Emissionsberichterstattung erneut zu diskutieren sein. Gegenwärtig werden die benötigten Aktivitätsdaten aus verschiedenen Gründen nicht bereitgestellt.

Hierdurch wird gegenwärtig keine Unterlassung in den Inventaren vorgenommen, da die mit diesen Aktionen verbundenen Kraftstoffeinsätze in den nationalen militärischen Verbrauchsangaben enthalten sind.

Grundlage für die Aktivitätsdaten der militärischen Kraftstoffe sind die amtlichen Mineralölkosten für die Bundesrepublik Deutschland (BAFA, 2012).

Unter der Quellgruppe 1.A.5 Militär werden im ZSE als stationäre Quellen die Wärmeerzeugung der militärischen Dienststellen und als mobile Quellen der militärische Verkehr und der Flugverkehr abgelegt.

3.3 Diffuse Emissionen aus Brennstoffen (1.B)

Während aller Stadien, von der Extraktion fossiler Brennstoffe bis hin zu ihrem abschließenden Gebrauch, können Bestandteile als diffuse Emissionen entweichen oder freigesetzt werden.

Während Methan die bedeutendsten Emissionen innerhalb der Quellkategorie Feste Brennstoffe darstellt, ist bei den diffusen Emissionen von Öl und Erdgas zusätzlich NMVOC von Bedeutung. Die Quellkategorie 1.B. ist keine Quelle für fluorierte Gase.

Die **Kohlendioxidemissionen** sind gegenüber 1990 um 20 % gesunken. Wesentliche Faktoren sind hierbei die Sauergasaufbereitung (1.B.2.b.ii) und die Fackeln (1.B.2.c).

Die Emissionen von **Lachgas** stammen aus der Abfackelung (1.B.2.c) bei der Förderung von Öl und Gas sowie bei der Gasaufbereitung und sind sehr gering. Aufgrund der verbesserten Technik bei der Förderung sind die Emissionen gegenüber 1990 um 81 % gesunken.

Die **Methan**emissionen werden hauptsächlich durch den starken Rückgang der Emissionen im aktiven Bergbau (1.B.1.a) – hier in erster Linie durch die gesunkene Bergbautätigkeit – und der zunehmenden Verwertung des Methans aus dem stillgelegten Bergbau (1.B.1.c) beeinflusst. Gegenüber 1990 sind hier die Methanemissionen um 88% und in der Kategorie 1.B insgesamt um 70 % gesunken.

Die Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen (**VOC**) sind seit 1990 um rund 67 % zurückgegangen. Dies resultiert aus der Umsetzung der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA-Luft 2002), dem Rückgang der Emissionen bei der Lagerung von Ottokraftstoffen und bei der Betankung von Kraftfahrzeugen (1.B.2.a.v) – in Folge der Umsetzung der 20. und 21. BImSchV – sowie dem verringerten Ottokraftstoffverbrauch. In Abbildung 38 sind die flüchtigen organischen Komponenten (VOC) ohne Methan als **NMVOC** abgebildet.

Die **Schwefeldioxid**emissionen sind seit 1990 über 73 % gesunken. Vor allem der Rückbau der ostdeutschen Industrie, der Einsatz von besseren Filtern und der Brennstoffwechsel von Braunkohle zu anderen Energieträgern spielten eine wesentliche Rolle beim starken Rückgang Anfang der 1990er Jahre bei. In den folgenden Jahren wirkt sich die zurückgehende Produktion von Steinkohlenkoks (1.B.1.b) und die bessere Filtertechnik bei der Entschwefelung von Erdgas (1.B.2.b.ii) maßgeblich auf die Emissionen aus.

Die **Kohlenmonoxid**emissionen sind seit 1990 um 94 % zurückgegangen; wesentlich beeinflusst durch die zurückgehende Produktion von Steinkohlenkoks (1.B.1.b) und die Einstellung der Stadtgasbereitstellung im öffentlichen Gasverteilungsnetz (1.B.2.b.iv).

Nähere Ausführungen zu Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und NMVOC sind im „Informative Inventory Report“ unter iir.umweltbundesamt.de beschrieben, da diese nicht zu den Treibhausgasen gehören.

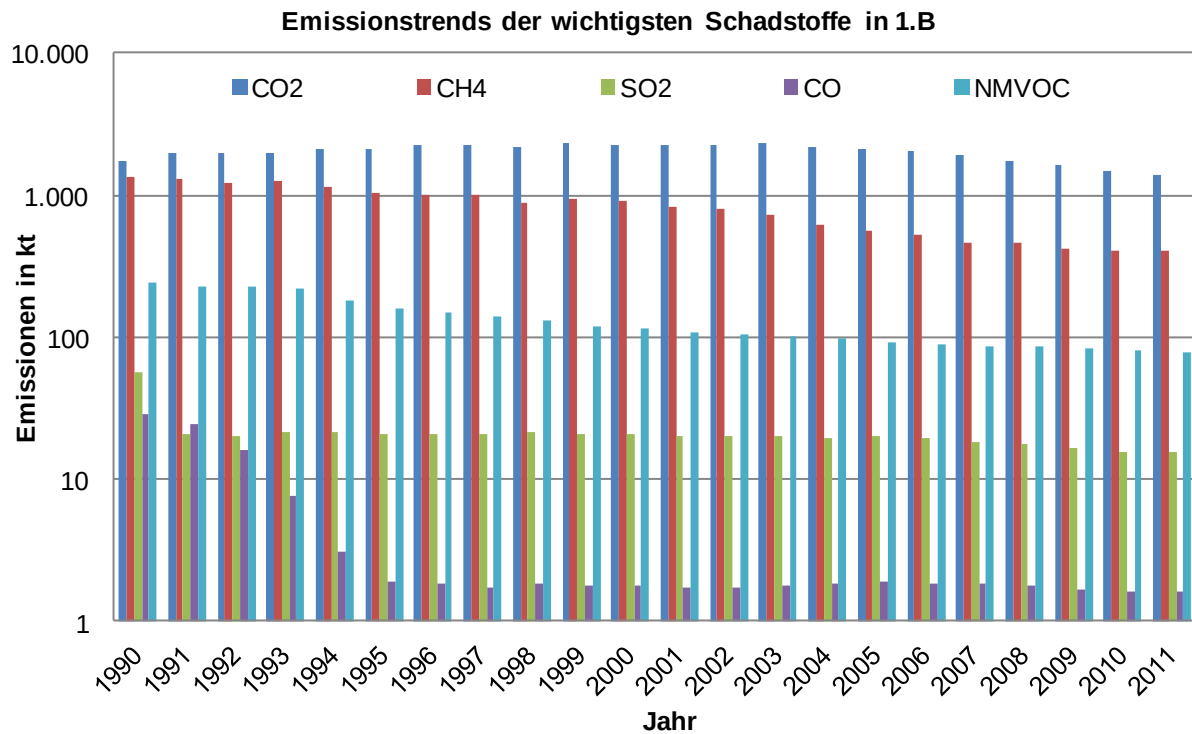


Abbildung 38: Emissionen für CO₂, CH₄, NMVOC, SO₂ und CO der Quellgruppe 1.B²⁸.

3.3.1 Feste Brennstoffe (1.B.1)

Die Quellgruppe "Diffuse Brennstoffe" (1.B.1) setzt sich aus drei Subquellgruppen zusammen, der Quellgruppe "Kohlenbergbau" (1.B.1.a), der Quellgruppe "Umwandlung von Kohle" (1.B.1.b) und der Quellgruppe "Andere" (1.B.1.c).

In Tabelle 85 ist das Schema der Quellgruppenzuordnung sowie der zugehörigen Berechnungsverfahren (Tabelle 86) aufgezeigt.

²⁸ der Übersichtlichkeit wegen sind die N₂O Emissionen hier nicht mit aufgeführt. Sie fallen von 3555 kg im Jahr 1990 auf 660 kg im Jahr 2011

Tabelle 85: Zuordnung von Methanemissionen zu Bereichen des CRF

Quellgruppe		Enthaltene Emissionen
1.B.1.a. Kohlenbergbau		
	i. Tiefbau	
	Bergbauliche Tätigkeiten	Emissionen aus aktivem Steinkohlentiefbau. Die Gesamtemissionen aus Wetterströmen und Grubengasabsaugung wird um die Menge verwerteten Grubengases reduziert.
	anschließende bergbauliche Tätigkeiten	Emissionen aus Aufbereitung, Lagerung und Transport von Steinkohle
	ii. Tagebau	
	Bergbauliche Tätigkeiten	Emissionen aus aktivem Braunkohlentagebau. Hierbei wird das gesamte Methanpotential der deutschen Braunkohle zugrunde gelegt und als Emission während der Förderung angenommen. Eine spätere Emission von Methan bei der Weiterverarbeitung ist somit bereits abgedeckt. Es erfolgt keine Grubengaserfassung oder -nutzung beim Tagebau.
	anschließende bergbauliche Tätigkeiten	Keine getrennte Ausweisung – die Emissionen sind bereits in „Bergbauliche Tätigkeiten“ enthalten
1.B.1.b. Umwandlung von Kohle - Veredelung		Emissionen aus der Kohlenveredelung. Bei der Steinkohleveredelung (Steinkohlenkoks, Steinkohlenbriketts) werden spezifische Emissionen hier dokumentiert. Emissionen bei der Herstellung von Veredelungsprodukten aus Braunkohle (Braunkohlenkoks, Staubkohle, Trockenkohle, Wirbelschichtkohle, Braunkohlenbriketts, Braunkohlengranulat) sind bereits in 1.B.1.a.ii „Bergbauliche Tätigkeiten“ enthalten. Die zugrunde gelegte Aktivitätsrate umfasst die Gesamtmenge der Veredelungsprodukte aus Stein- und Braunkohle.
1.B.1.c. Andere		
	Stillgelegte Kohlenbergwerke	Für stillgelegte Steinkohlebergwerke werden Methanemissionen hier aufgeführt. Aus stillgelegten Braunkohlegruben werden keine Methanemissionen erfasst. Eine Aktivitätsrate ist nicht anzugeben.

Entsprechend der Zuordnung der Emissionen zu den einzelnen Bereichen der CRF-Tabelle für „1.B.1 – Diffuse Emissionen aus festen Brennstoffen“ stellt die folgende Tabelle 86 die berechneten Werte für und Informationen zur Herkunft der Aktivitätsdaten das Jahr 2011 bereit.

Tabelle 86: Berechnung von Methanemissionen aus dem Kohlenbergbau für 2009

			Aktivitätsdaten [Mt]	CH ₄ -Emissionen [Gg]
1.B.1.a. Kohlenbergbau			188,60 (= 1.B.1.a.i + 1.B.1.a.ii)	= 1.B.1.a.i + 1.B.1.a.ii = 122,48+1,94 = 124,42
i.	Tiefbau		12,10 ²⁹ Steinkohlen-Förderung 1)	= bergbauliche und anschließende bergbauliche Tätigkeiten = 115,51 + 6,97 = 122,48
		bergbauliche Tätigkeiten		= AR * EF = 12,10 * 9,55 = 115,51
		anschließende bergbauliche Tätigkeiten		 = 6,97
	ii.	Tagebau	176,5 Braunkohlenförderung 1)	= bergbauliche Tätigkeiten = 1,94
		bergbauliche Tätigkeiten		= AR * EF = 176,5 * 0,011 = 1,94
		anschließende bergbauliche Tätigkeiten		(enthalten in 1.B.1.a.ii) IE
1.B.1.b. Umwandlung von Kohle - Veredelung			14,91 Summe an Veredelungs- produkten 2) 1)	AR _{Steink.Prod.} *EF _{Steink.Prod.} + AR _{Braunk.Prod.} *EF _{Braunk.Prod.} = 7,99 * 0,049 + 6,92 * 0 = 0,39
1.B.1.c. Andere				= Stillgelegte Kohlenbergwerke = 0,7
	Stillgelegte Kohlenbergwerke		NO	Emissionspotenzial abzüglich Verwertung = 0,7

1) nach STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT (o.J.)

2) Steinkohlenkoks, Steinkohlenbriketts, Braunkohlenkoks, Staubkohle, Trockenkohle, Wirbelschichtkohle, Braunkohlenbriketts, Braunkohlengranulat

3.3.1.1 Kohlenbergbau (1.B.1.a)**3.3.1.1.1 Allgemeine Beschreibung der Quellgruppe Kohlenbergbau (1.B.1.a)**

CRF 1.B.1.a	Gas	HK	1990		2011		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
solid fuels	CH ₄	L T/T2	18.415.2	(1.51%)	2.612.3	(0.28%)	-85.81%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CH ₄	Tier 2	AS	CS

Die Quellgruppe Kohlenbergbau ist für CH₄-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Für die Quellgruppe Kohlenbergbau (1.B.1.a) sind vorwiegend nur Emissionen aus laufendem Abbau (coalseam methane, CSM) von Bedeutung. Emissionen aus der Steinkohlenveredelung werden in der Quellgruppe 1.B.1.b, Emissionen aus stillgelegtem Steinkohlenabbau (coalmine methane, CMM) in der Quellgruppe 1.B.1.c aufgeführt. Diese Aufteilung gilt nur für Steinkohle. Für Braunkohle werden durch das gewählte Berechnungsverfahren alle Emissionen unter 1.B.1.a.(ii) erfasst.

²⁹ ohne Kleinzechen

Bei Gewinnung, Transport und Lagerung kann Methan aus Kohlen und dem sie umgebenden Gestein entweichen. Die freigesetzte Menge hängt in erster Linie von der in der Kohle gespeicherten Menge an Methan ab. Alle dadurch entstehenden Emissionen sollen in dieser Quellgruppe erfasst werden, nicht aber die durch Kohlenverbrennung verursachten Treibhausgase.

Man unterscheidet im Bergbau den Tagebau, bei dem der Rohstoff in offenen Gruben gewonnen wird, und den Tiefbau, bei dem die Lagerstätte in untertägigen Abbauräumen abgebaut wird. In Deutschland wird Steinkohle in 3 Revieren in 5 Bergwerken ausschließlich im Tiefbau gewonnen, Braunkohle wird in 4 Revieren überwiegend, seit 2003 ausschließlich, im Tagebau (11 Tagebaue) gewonnen.

Beim untertägigen Abbau von Kohlen werden Ventilationssysteme eingesetzt, um die Konzentration an Methan im Grubenbau innerhalb sicherer Bedingungen für den Abbau zu halten. Diese Systeme können über die Wetter (alle Untertage vorkommenden Luft- und Gasgemische) bedeutende Mengen von Methan in die Atmosphäre emittieren. Der Steinkohlenbergbau ist die größte Quelle für diffuse Emissionen von CH₄. Eine Teilmenge an Methan wird direkt aus Flöz- und Nebengestein abgesaugt und als Grubengas verwertet.

Seit Mitte 2009 kann wiederum eine Teilmenge an nicht verwertbarem Grubengas mittels einer Hochtemperaturfackel durch Verbrennung in CO₂ umgewandelt werden. In 2011 wurden bei diesem JI-Projekt von 0,594 Gg CH₄ rd. 0,46 Gg CH₄-Emissionen vermieden (siehe hierzu auch 1.B.1.c „Abfackelung“, Kapitel 3.3.1.3.1).

Im Jahr 2010 betrug die Förderung von Steinkohlen rund 12 Mio. t verwertbare Förderung. Die Förderung von Braunkohlen lag im Jahr 2011 bei 177 Mio. t (STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT, o.J.). Die Förderung von Steinkohlen ist damit gegenüber dem Vorjahr um ca. 6 % gesunken, die Förderung von Braunkohlen um ca. 4 % gestiegen.

Seit 1990 haben die Methanemissionen aus dem Steinkohlenbergbau wegen der sinkenden Förderung und der zunehmenden Grubengasverwertung abgenommen. Die Emissionen aus dem Braunkohlentagebau haben aufgrund der Abnahme der Förderung ebenfalls abgenommen.

3.3.1.1.2 Methodische Aspekte (1.B.1.a)

Zur Berechnung der CH₄-Emissionen aus dem Kohlenbergbau werden die Emissionen aus dem Steinkohlentiefbau, der Grubengasnutzung, der Steinkohlenlagerung, sowie dem Braunkohlentagebau ermittelt.

Die Emissionen aus dem Steinkohlentiefbau werden entsprechend Tier 3-Ansatz berechnet und erfüllen die Anforderungen einer bergwerksspezifischen Emissionsermittlung. Aus sicherheitstechnischen Gründen werden in sämtlichen Schachtanlagen kontinuierlich die Gaszusammensetzung sowie der Wetterstrom gemessen. Diese Daten werden zur Bestimmung der Menge der Methanemissionen genutzt. Durch Aggregation der Einzelmesswerte wird vom Gesamtverband Steinkohle die Gesamtmethanmenge bestimmt und für das Inventar zur Verfügung gestellt (STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT, o.J.). Eine Expertenüberprüfung wird durch die zuständige staatliche Aufsichtsbehörde (Bergamt) vorgenommen.

Aus der Gesamtemissionsmenge an Methan und den Aktivitätsdaten des Steinkohlenbergbaus lässt sich ein implizierter Emissionsfaktor (IEF) von 9,55 kg/t (2011)

ableiten. Berücksichtigt ist hierbei auch der Anteil an verwertetem Grubengas. Die Messwerte enthalten nur die tatsächlich emittierte Methanmenge.

Für die Berechnung der CH₄-Emissionen aus der Lagerung von Steinkohle werden die Aktivitätsdaten der Steinkohlenförderung als Basis herangezogen und mit dem Emissionsfaktor von 0,576 kg/t multipliziert. Dieser Emissionsfaktor stammt aus einer Studie des FHG ISI (1993).

Die Emissionen aus dem Braunkohlentagebau werden nach dem Tier 2 Ansatz gemäß der Gleichung des IPCC-Reference Manual (IPCC, 1996b) berechnet.

Dabei wird die Aktivitätsrate (Rohbraunkohle) der STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT (o.J.) entnommen. Nach Angaben des DEBRIV (Deutscher Braunkohlen-Industrie-Verein e.V.; DEBRIV 2004) wird ein Emissionsfaktor von durchschnittlich 0,015 m³ CH₄/t (entspricht 0,011 kg CH₄/t) angenommen. Dieser EF basiert auf einer Untersuchung der RWE Rheinbraun AG von 1989 (DEBRIV, 2004) und wird durch Veröffentlichungen des Öko-Institutes sowie der DGMK (Forschungsbericht 448-2, 1992) belegt. Der Wert liegt deutlich unter dem vor 2005 verwendeten EF von 0,11 m³ CH₄/t, der aus dem EF von amerikanischer Hartbraunkohle abgeleitet wurde. Diese amerikanischen EF können jedoch nicht auf die deutsche Weichbraunkohle übertragen werden, da diese während des Inkohlungsprozesses eine Temperatur von 50°C nicht überschritten hat. Eine nennenswerte Methanabspaltung findet jedoch erst bei Temperaturen von über 80°C statt.

Eine Lagerung von Braunkohle erfolgt nicht; die Verwendung erfolgt „mine-mouth“ direkt von der Förderung in die Verarbeitung bzw. in Kraftwerken.

3.3.1.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.a)

Unsicherheiten der Aktivitätsrate ergeben sich vor allem aus Ungenauigkeiten beim Wiegen der geförderten Kohle. Durch Befragung von Experten beim NASE-Workshop 11/2004, konnte der Fehler auf < 3 % quantifiziert werden.

Unsicherheiten in der Berechnung der Methanausgasungen ergeben sich aus der Ungenauigkeit der Methanmessungen. Da die untertage durchgeführten Messungen der Methankonzentrationen primär aus sicherheitstechnischen Gründen angewendet werden und ihren genauesten Messbereich nicht im Bereich der üblichen Ausgasungskonzentrationen haben, ist mit einer technischen Messunsicherheit von ca. 10 % bei den zur Verfügung stehenden Messgeräten zu rechnen.

Die Methanausgasung aus Steinkohlen während Lagerung und Transport unterliegt größeren Schwankungen aufgrund von Lagerzeit und Korngrößenverteilung. Eine Unsicherheit von 15 % ist anzunehmen (LANGE 1988 / BATZ 1995 sowie persönliche Informationen NASE-Workshop 11/2004).

Der Emissionsfaktor zur Berechnung der Methanemissionen aus der Braunkohlenförderung basiert auf dem maximalen Methaninhalt und stellt somit eine Obergrenze der möglichen Methanemissionen dar. Mögliche Emissionen aus Transport und Lagerung sind somit bereits enthalten. Zahlreiche Untersuchungen zeigten, dass eine negative Unsicherheit von - 33 % angenommen werden muss (DEBRIV / DGMK Forschungsbericht 448-2, DGMK 1992).

Die Emissionsfaktoren sind, mit Ausnahme des EF für die Freisetzung von Grubengas aus dem Steinkohlentiefbau, in der Zeitreihe konsistent im Sinne der Vergleichbarkeit über die

Zeitreihe. Für die Aktivitätsraten wird eine konsistente Quelle über die gesamte Zeitreihe verwendet.

3.3.1.1.4 *Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.a)*

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Die Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle.

Das IPCC-Reference Manual (1996b) empfiehlt für den Steinkohlentiefbau Emissionsfaktoren in der Größenordnung von 10 bis 25 m³/t. Bei Umrechnung der deutschen Emissionsfaktoren unter Zugrundelegung eines Konversionsfaktors von 0,67 Gg/10⁶ m³ (gemäß Reference Manual, 1996b: bei 20° C, 1 Atmosphäre) ergeben sich die in der Tabelle 87 angegebenen Einzelwerte. Fasst man die Förderung und Lagerung und in Abzug zu bringende Grubengasnutzung in einem EF zusammen, so liegt der Wert pro Tonne Kohle (verwertbare Förderung) im vorgeschlagenen Wertebereich.

Tabelle 87: Emissionsfaktoren für CH₄ aus dem Kohlenbergbau für das Jahr 2011

Emissionsfaktoren	Steinkohle		Braunkohle	
	EF m ³		EF m ³	
	CH ₄ /t	EF kg/t	CH ₄ /t	EF kg/t
CH ₄ aus Förderung	27,90	18,70	0,016	0,011
CH ₄ aus Förderung abzüglich verwertetes Grubengas	14,25	9,55	-	-
CH ₄ aus Lagerung	0,87	0,58	-	-
CH ₄ aus Bergbau (Förderung und Lagerung abzüglich Grubengasnutzung)	15,12	10,13	0,016	0,011

Für den Braunkohlentagebau gibt es im IPCC-Reference Manual (1996b) keine konkreten Empfehlungen für die Höhe der Emissionsfaktoren.

Im Rahmen einer Verifizierung zur Berichterstattung im Jahr 2005 wurden verschiedene Datenquellen für Aktivitätsraten im Kohlenbergbau und auch die verwendeten EF mit denen anderer Länder verglichen.

Der Ländervergleich spezifischer Emissionsfaktoren für Kohlentiefbau zeigt eine große Bandbreite, wobei Deutschland sich im unteren Bereich, vergleichbar mit Tschechien, bewegt. Frankreich liegt deutlich höher, Polen deutlich niedriger, wobei beide Länder sich außerhalb der Default-Werte des UNFCCC befinden.

Vergleicht man die spezifischen Emissionsfaktoren des Kohlentagebaus untereinander, so zeigt sich, dass Polen, Frankreich (Förderung eingestellt 2002) und Deutschland vergleichbar niedrige und unter den Default-Werten liegende Emissionsfaktoren zugrunde legen. Dies ist dadurch zu begründen, dass die Kohlen aufgrund ihres Inkohlungsgrades und ihrer geologischen Vergangenheit nur sehr geringe Methangehalte aufweisen. Somit sind entsprechend niedrige Emissionsfaktoren anzusetzen. Der Vergleichswert für Tschechien liegt deutlich höher, da hier nicht wie in Deutschland von „Lignite“ mit geringem Inkohlungsgrad, sondern in hohem Anteil auch von „Sub-Bituminous Coal“ mit höherem Inkohlungsgrad und höherem Methaninhalt auszugehen ist.

3.3.1.1.5 *Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.1.a)*

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.3.1.1.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.1.a)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.3.1.2 Umwandlung von Kohle – Veredelung (1.B.1.b)**3.3.1.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.1.b)**

CRF 1.B.1.b	Gas	HK	1990		2011		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
solid fuels	CH ₄	-	-	18,1 (0,00%)	8,2 (0,00%)	-54,55%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CH ₄	CS	AS	CS
CO, NMVOC, SO ₂	CS	AS	CS

Die Quellgruppe *Umwandlung von Kohle - Veredelung* ist keine Hauptkategorie.

3.3.1.2.2 Methodische Aspekte (1.B.1.b)

Das IPCC-Reference Manual beschreibt keine Methodiken für diese Quellgruppe (IPCC 1996b, S.1.110f). Die angewandte länderspezifische Methodik basiert auf den Aktivitätsraten aus der STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT (o.J.) und entsprechender Emissionsfaktoren.

Die Produktion von Braunkohlentieftemperaturkoks erfolgte ausschließlich in den Neuen Bundesländern und hat für das Inventar lediglich einen Bezug auf das Basisjahr. Nach 1992 wurde die Produktion eingestellt.

Die Emissionsfaktoren für Nicht-Treibhausgase aus Kokereien wurden größtenteils aus BFI (2012) entnommen. Die dort ermittelten Emissionsfaktoren für diffuse Quellen wurden definitionsgemäß der Quellgruppe 1.B.1.b zugeordnet. Die ebenfalls ermittelten Emissionsfaktoren für gefasste Quellen wurden dagegen der Quellgruppe 1.A.1.c zugeordnet, da diese Emissionen hauptsächlich aus der Unterfeuerung der Koksöfen resultieren. Bei einigen Schadstoffen – so auch bei CO – werden in beiden Quellgruppen Emissionen aus Kokereien berechnet.

Berechnungsverfahren

Die Emissionen aus der Steinkohlenkoksproduktion sind nach dem Tier 2 Ansatz, analog der Gleichung des IPCC-Reference Manual für CH₄-Emissionen aus dem Kohlenbergbau, berechnet worden:

Emissionen [Gg CH₄] =

EF [m³ CH₄ /t] * AR_{Veredelungsprodukt} * Umrechnungsfaktor [Gg/10⁶m³]

Die Aktivitätsrate für Steinkohlenkoksproduktion wurde aus der STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT (o.J.) entnommen.

Der verwendete Emissionsfaktor für Methan zur Berechnung der CH₄-Emissionen aus der Produktion von Steinkohlenkoks (Kokereien) beträgt 0,049 kg Methan pro Tonne Steinkohlenkoks (DMT 2005) und wird für die komplette Zeitreihe angewendet.

Die Quellgruppe „Umwandlung von Kohle“ wird im ZSE durch die Zeitreihe Steinkohlenkoksproduktion (Kokereien) abgebildet.

Aus Produkten der Braunkohlenveredelung sind keine Emissionen zu erwarten, da der in 1.B.1.a angenommene EF dem Gasinhalt der in Deutschland vorkommenden Braunkohle entspricht.

3.3.1.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.b)

Die Emissionsfaktoren sind in der Zeitreihe konstant und damit konsistent im Sinne der Vergleichbarkeit über die Zeitreihe. Für die Aktivitätsraten wird eine konsistente Quelle über die gesamte Zeitreihe verwendet.

3.3.1.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.b)

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Die Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle.

Bei der Betrachtung von Emissionsfaktoren ist der IPCC Konversionsfaktor von 0,67 Gg/10⁶m³ bei 20°C und 1 Atmosphäre (IPCC et al; 1996, Reference Manual, S. 1.108) gegenüber den in Deutschland als Einheit Normkubikmeter bei 1,01325 bar und 0°C (DIN 2004, DIN Nr. 1343) verwendeten Angaben zu beachten. Bei Betrachtungen der EF sind Angaben des IPCC zu Default EF bzw. Angaben aus anderen Veröffentlichungen mit der Praxis in Deutschland mit der Angabe von Normkubikmeter zu berücksichtigen. Bei der Verwendung von in Deutschland publizierten Daten zu EF wird davon ausgegangen, dass es sich um Angaben in Normkubikmeter handelt (abgesichert durch Expertenbefragung beim NaSE-Workshop 11/2004)

Die Angaben der Guidelines beziehen sich auf 20°C und 1.013 mbar. Anhand der isobaren Proportionalität des Methans kann mit dem Faktor 1,07 von Nm³ in m³ umgerechnet werden.

Umrechnungsfaktor Normkubikmeter $\Leftrightarrow$ Kilogramm:

$$0,717 \text{ Nm}^3/\text{kg} \text{ (1,01325 bar, 0°C)} = 0,67 \text{ Gg}/10^6\text{m}^3 \text{ (20°C, 1 Atmosphäre)} * 1,07 \text{ Nm}^3/\text{m}^3$$

3.3.1.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.1.b)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.3.1.2.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.1.b)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.3.1.3 Andere (1.B.1.c)**3.3.1.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.1.c)**

CRF 1.B.1.c	Gas	HK	1990		2011		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
solid fuels	CH ₄	-	T	1.806,8	(0,15%)	15,1	(0,00%)	-99,17%
solid fuels	CO ₂			10,7	(0,00%)	2,9	(0,00%)	-72,59%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CH ₄	CS	AS	CS
CO, NMVOC, SO ₂	CS	AS	CS

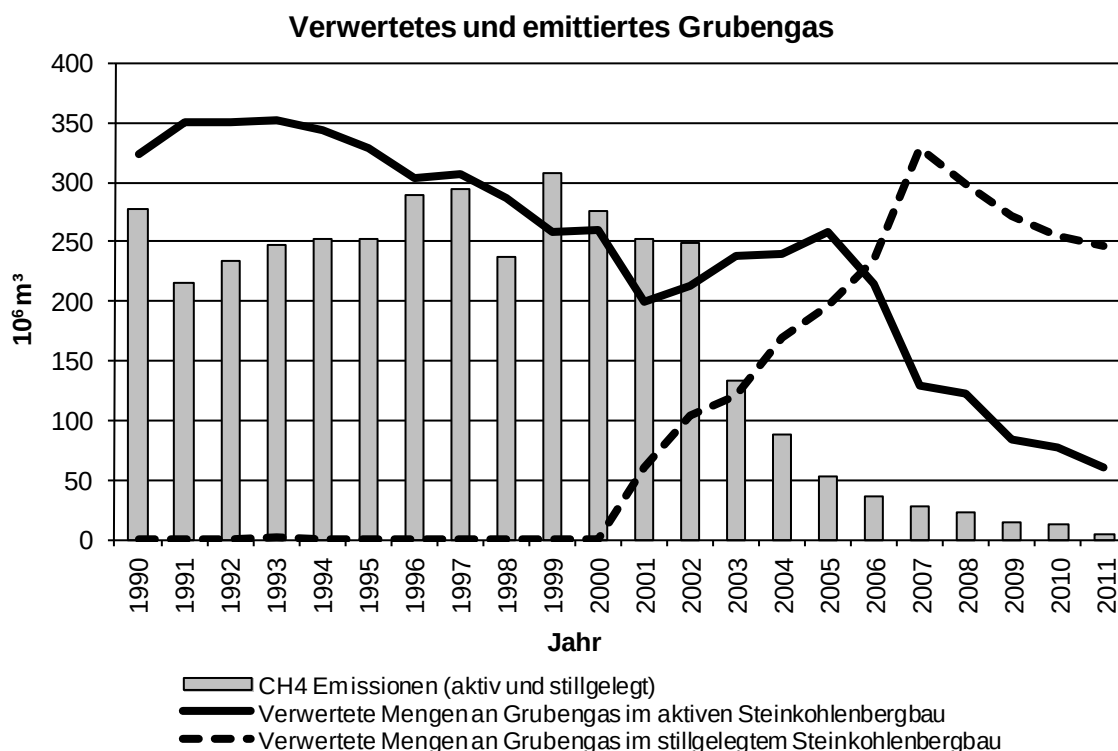
Die Quellgruppe *Andere* ist für CH₄-Emissionen aus festen Brennstoffen eine Hauptkategorie nach dem Trend (siehe Tabelle 7). Aufgrund der seit 1990 stark fallenden Emissionen (-99,17 %) und des dadurch erreichten sehr geringen Emissionsniveaus hat die Nationale Koordinierungsstelle aus Gründen der Ressourcenpriorisierung entschieden, die für Hauptkategorien vorgesehenen höheren Ansprüche an die Methodik für diese Quellgruppe nicht umzusetzen.

Für diese Subquellgruppe sind Emissionen aus stillgelegtem Steinkohlenbergbau von Bedeutung. Neben den aktiven Bergwerken sind die stillgelegten Steinkohlenbergwerke (Ausgasung) eine weitere relevante Quelle für diffuse CH₄-Emissionen.

Nach der Stilllegung eines Steinkohlebergwerkes kann aus dem Nebengestein und der noch anstehenden Kohle Methan in die Grubenbaue entweichen. Da keine Bewetterung mehr durchgeführt wird sammelt sich das Methan und kann durch Gaswegigkeiten im Deckgebirge oder durch Schachtanlagen zu Tage dringen.

Neben der lange Zeit vorherrschenden Betrachtung von Grubengas als Gefahrenquelle (im aktiven Steinkohlenbergbau) und negativer Umweltfaktor (im stillgelegten Steinkohlenbergbau) treten nun verstärkt die positiven Eigenschaften als Energieträger in den Vordergrund (Energetische Verwertung). In der Vergangenheit rechnete sich (Beispiel NRW) eine Nutzung des anfallenden Grubengases nur in selten Fällen. Diese Situation hat sich im Jahr 2000 mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) grundlegend geändert. Obwohl Grubengas ein fossiler Brennstoff mit erschöpflichem Vorkommen ist, wurde es aufgrund des durch seine Verwendung erzielten Klimaschutzeffekts in das EEG aufgenommen. Damit wurden den Netzbetreibern eine Abnahmeverpflichtung und eine Einspeisungsvergütung für den aus Grubengas erzeugten Strom gesetzlich vorgeschrieben. Seit dem Jahr 1998 hat sich die AR_{CMM-Gewinnung} von 1,429 Mio. m³ auf 246 Mio. m³ in 2011 gesteigert. Der Grund für die geringere Grubengasverwertung gegenüber dem Vorjahr liegt darin begründet, dass der Gaszustrom geringer ausfiel.

Nachfolgende Graphik verdeutlicht den Einfluss des Gesetzes auf die tatsächlichen Emissionen. Diese gehen seit dem Jahr 2000 deutlich zurück, was hauptsächlich auf die stetig steigende Verwertung des Grubengases aus dem stillgelegten Bergbau zurückzuführen ist. Die Verwertungsmenge aus dem aktiven Bergbau nimmt quantitativ ab, da in Folge von Stilllegungen zahlreicher Zechen weniger Grubengas in dem Bereich entsteht; qualitativ ist die Verwertungsmenge weiterhin sehr hoch.

Abbildung 39: Gegenüberstellung von verwertetem und emittiertem CH₄ aus Grubengas

Die Menge des verwerteten Grubengases wird in der Emissionsberichterstattung separat von der freigesetzten Menge CH₄ - jeweils bezogen auf aktive und stillgelegte Bergwerke - erfasst und im Bereich 1.A. als energetische Verwertung mit entsprechenden Emissionen angegeben.

Abfackelung

Das "EU Technical Review Team of GHG inventories under the Effort Sharing Decision" hat bei seiner Überprüfung 2012 gefordert, die Emissionen durch die abgefackelten Grubengasmengen detaillierter auszuweisen. In Deutschland wird derzeit nur eine Heifackel im Rahmen eines JI-Projektes seit 2009 betrieben. Die CO₂äqu -Emissionen lagen in 2009 bei 541 t und in 2010 bei 1.239 t [DEHSt 2012]. In 2011 lagen die Emissionen laut GVSt bei 2.814 t.

Tabelle 88: Emissionsreduktion durch Heifackel (2009-10) [DEHSt 2012]; für 2011: Meldung des GVSt

Jahr	Baseline-Emissionen	Projekt-Emissionen	Emissions-Reduktion
2009	2.361 t CO ₂ äqu	541 t CO ₂ äqu	1.820 t CO ₂ äqu
2010	5.416 t CO ₂ äqu	1.239 t CO ₂ äqu	4.176 t CO ₂ äqu
2011	12.474 t CO ₂ äqu	2.814 t CO ₂ äqu	9.660 t CO ₂ äqu

3.3.1.3.2 Methodische Aspekte (1.B.1.c)

Das IPCC-Reference Manual beschreibt keine Methodiken für die Quellgruppe „Andere“ (IPCC et al, 1996, Reference Manual, S.1.110f).

Neben den aktiven Bergwerken und der Kohlenveredelung sind die stillgelegten Steinkohlenbergwerke (Ausgasung) eine weitere relevante Quelle für diffuse CH_4 -Emissionen.

Aus stillgelegten Braunkohletagebauen sind keine Ausgasungen zu erwarten, da der in 1.B.1.a angenommene EF dem Gasinhalt der in Deutschland vorkommenden Braunkohle entspricht. Braunkohlenreste, die in Tagebauen verbleiben, gasen nicht weiter aus (DEBRIV).

Die Quellgruppe wird in die folgenden Teilbereiche aufgeteilt:

- Tiefbau, stillgelegter Steinkohlenbergbau
- Stillgelegter Steinkohlenbergbau, Grubengasverwertung

3.3.1.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.c)

Die Erfassung der verwerteten Methanmenge ist gut möglich und eine Unsicherheit von < 3 % aufgrund von Messungenauigkeiten ist anzunehmen. Die Abschätzung des Methanpotentials beruht allein auf Expertenwissen und eine Unsicherheit von 50 % wurde zugrunde gelegt.

Die Zeitreihen für Methanemissionspotential und verwerteter Methanmenge entstammen jeweils einer zuverlässigen Quelle und sind über die Zeitreihe konsistent.

3.3.1.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.c)

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Die Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle.

Bei der Betrachtung von Emissionen ist der IPCC-Konversionsfaktor von $0,67 \text{ Gg}/10^6 \text{ m}^3$ bei 20°C und 1 Atmosphäre (IPCC-Reference Manual, 1996b: S. 1.108) gegenüber den in Deutschland als Einheit Normkubikmeter bei 1,01325 bar und 0°C (DIN 2004, DIN Nr. 1343) verwendeten Angaben zu beachten. Bei der Verwendung von in Deutschland publizierten Daten zu Emissionen ist davon auszugehen, dass es sich um Angaben in Normkubikmeter handelt.

Die Angaben in den IPCC-Guidelines beziehen sich auf 20°C und 1.013 mbar. Anhand der isobaren Proportionalität des Methans kann mit dem Faktor 1,07 von Nm^3 in m^3 umgerechnet werden.

3.3.1.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.1.c)

Rückrechnungen wurden auf der Grundlage aktualisierter Daten vom Gesamtverband Steinkohle (GVSt) vorgenommen.

Die Emissionsmenge setzt sich aus der mit hoher Unsicherheit (Expertenschätzung: $\pm 50 \%$, Quelle: Deutsche Montan Technologie GmbH, DMT 2005) behafteten Schätzung zum Methananfall aus stillgelegten Bergwerken abzüglich der verwerteten Methanmenge zusammen. Die Werte konnten mittels des Forschungsvorhabens „Potential zur Freisetzung und Verwertung von Grubengas“ (DMT, 2011) verifiziert werden. Die Berechnung wurde für jede Lagerstättenregion in Deutschland vorgenommen. Weiterhin konnte festgestellt werden, dass auch ein geringfügiger Anteil an CO_2 mit dem Grubengas entweicht. Diese Werte wurden im genannten Forschungsvorhaben errechnet. Hierbei werden nun die Emissionen aus dem Abstrom über die Entgasungseinrichtungen und der diffuse Anteil über die

Oberfläche berücksichtigt. Die Kohlendioxidemissionen über die Entgasungseinrichtungen spielten vor allem vor der Einführung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes eine wesentliche Rolle.

Tabelle 89: Übersicht über die rückgerechneten Emissionen (DMT, 2011) – die Werte für das Jahr 2010 wurden von UBA-Experten geschätzt

Jahr	1990	1995	2000	2005	2010	Einheit
CO ₂ -Abstrom über Entgasungseinrichtungen	10.521	12.555	14.399	1.834	0	[t]
CO ₂ -Abstrom über die Oberfläche	155	183	236	160	112	[t]
Summe	10.676	12.738	14.635	1.994	112	[t]

3.3.1.3.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.1.c)

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

3.3.2 Öl und Erdgas (1.B.2)

Die übergeordnete Kategorie 1.B.2 umfasst insgesamt vierzehn Quellgruppen. Diese werden nach Kriterien der Wirtschaftsbranche der Erdöl und Erdgaswirtschaft weiter untergliedert, wobei die Prozessketten dieser Branchen zugrunde gelegt wurden. Die diffusen Emissionen aus Öl und Erdgas sind in der Emissions-Datenbank mit Daten zu den jeweiligen Quellgruppen und Subquellgruppen abgebildet. Die Emissionen der Quellgruppen unter der übergeordneten CRF-Kategorie 1.B.2 wurden überwiegend nach der Tier-2-Methode (IPCC) ermittelt.

3.3.2.1 Rückrechnungen und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2 alle)

Neue Erkenntnisse im Bereich Speicherung von Erdgas haben zu Rückrechnungen in den Kategorien 1.B.2.b.iii und 1.B.2.b.iv bei Methan geführt. Die Untertagespeicher dienen größtenteils der Reserve und werden der Kategorie 1.B.2.b.iii zugeordnet. Obertagespeicher (Kugel- und Röhrenspeicher, Niederdruckspeicher und Tanks in Fahrzeugen) werden der Kategorie 1.B.2.b.iv zugeordnet.

Weiterhin gab es aufgrund leicht geänderter Leitungslängen Rückrechnung für Methan im Bereich Durchleitung und Verteilung von Erdgas (1.B.2.b.iii und 1.B.2.b.iv).

3.3.2.2 Geplante Verbesserungen (1.B.2, alle)

Derzeit ist ein Forschungsprojekt in Bearbeitung, welches die Emissionen aus dem Gasnetz näher untersucht. Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass die bisher berichteten Emissionen deutlich zu hoch sind, da die bisher verwendeten Emissionsfaktoren von einer zu hohen Schadenshäufigkeit ausgehen und sich überdies die Materialien der Leitungen hinsichtlich der Dichtigkeit verbessert haben.

Weiterhin werden in einem laufenden Projekt die Emissionsfaktoren im Bereich 1.B.2.a „Öl“ derzeit komplett überprüft. Die Ergebnisse werden in die kommende Berichterstattung einfließen.

3.3.2.3 Öl (1.B.2.a)

CRF 1.B.2.a	Gas	HK	1990		2011		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
liquid fuels	CH ₄	-	-	716,7 (0,06%)	267,8 (0,03%)	-62,63%	
liquid fuels	CO ₂	-	-	1,1 (0,00%)	0,8 (0,00%)	-31,97%	

3.3.2.3.1 Öl, Exploration (1.B.2.a.i)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂ , CH ₄	Tier 1	AS	D
NM VOC	Tier 1	AS	CS

Die Quellgruppe 1.B.2.a.i „Öl, Erkundung“ ist keine Hauptkategorie.

3.3.2.3.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.i)

Die Emissionen der Quellgruppe setzen sich aus den Tätigkeiten der Bohrfirmen und der Beteiligten in der Branche der Exploration zusammen. In Deutschland wird nach Erdöl und Erdgas gesucht. Im Jahr 2011 wurden 29 erfolgreiche Bohrungen mit einer Gesamtb Bohrleistung von 73.272 m niedergebracht. (Jahresbericht 2011 des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V., WEG 2012:- Tabelle Bohrerfolgsbilanz S. 54) Die zugrunde liegende Statistik über die Exploration unterscheidet nicht nach Erdöl und Erdgas.

3.3.2.3.1.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.i)

Nach Aussagen des WEG treten so gut wie keine diffusen Emissionen bei Bohrvorgängen auf, da an Bohrlöchern regelmäßig Messungen durchgeführt (Methansensoren in der Schutzhütte um das Bohrloch, Ultraschallmessungen, Ringraummanometer) und alte nicht mehr genutzte Bohrungen verfüllt und in der Regel mit einem Betondeckel versehen werden. Da keine Messergebnisse der einzelnen Bohrungen vorliegen, werden, um konservativ zu schätzen, die Emissionen für Bohrungen (WEG 2012) auf Grundlage des Default-Faktors nach den IPCC GPG 2000 für CO₂ von 0,48 kg/Bohrung und des Default-Faktors für Methan von 64 kg/Bohrung berechnet.

Tabelle 90: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.i

Schadstoff	Emissionsfaktor	Methode	Quelle
CO ₂	0,48 kg/No ³⁰	T1	IPCC GPG 2000
CH ₄	64 kg/No	T1	IPCC GPG 2000
NM VOC	576 kg/No	T1	Expertenschätzung

3.3.2.3.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.i)

Die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren in der Quellgruppe entsprechen den Unsicherheiten der Default-Faktoren (IPCC GPG 2000; Kapitel 2.7.1.6).

3.3.2.3.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.i)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

³⁰ No bezieht sich auf die Anzahl der erfolgreichen Bohrungen

Die Ergebnisse der Qualitätssicherung wurden bei der Ermittlung und Dokumentation der Emissionen berücksichtigt.

Aufgrund fehlender landesspezifischer Daten wurde ein externes Gutachten (Müller-BBM, 2009a) in Auftrag gegeben. Es kam in seiner Quellgruppenanalyse zu dem Ergebnis, dass die Default-Faktoren für Deutschland anwendbar sind. Ein Vergleich mit anderen Ländern konnte aufgrund der geringen Vergleichsmöglichkeiten und aufgrund nicht ineinander umrechenbarer Einheiten nicht durchgeführt werden.

3.3.2.3.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.i)

Minimale Rückrechnungen erfolgten aufgrund von kleineren Änderungen in der Aktivitätsrate.

3.3.2.3.1.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.a.i)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2 (Kapitel 3.3.2.2).

3.3.2.3.2 Öl, Förderung und Vorbehandlung (1.B.2.a.ii)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂ , CH ₄	Tier 2	AS	CS
NM VOC	Tier 2	AS	CS

Die Quellgruppe 1.B.2.a.ii "Öl, Förderung und Vorbehandlung" ist keine Hauptkategorie.

3.3.2.3.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.ii)

Die Emissionen der Quellgruppe setzen sich aus den Tätigkeiten der Branche der Förderung (Rohöl) und der Vorbehandlung von Rohstoffen (Erdöl) der Erdölindustrie zusammen.

Die deutsche Erdölförderung betrug im Jahr 2011 nach Angaben des Jahresberichts des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung (WEG 2012) 2,7 Mio. t.

Die Vorbehandlung des geförderten Erdöls (Rohöls) in Aufbereitungsanlagen dient der Entgasung, Entwässerung und Entsalzung von Rohöl. Die unmittelbar aus den Bohrlöchern gewonnenen Rohöle entsprechen in ihrer Zusammensetzung nicht den Erfordernissen zum sicheren und problemlosen Transport in Rohrleitungen, da sie Verunreinigungen, einen Gasanteil und vor allem Wasser enthalten. Es erfolgt keine Stoffumwandlung. Störende Beimengungen, insbesondere mit dem Erdöl gefördertes Begleitgas (Erdölgas), Salze und Wasser werden entfernt, um Rohöl geeigneter Qualität für die Beförderung in Rohrleitungen (Pipelines) zu erzeugen.

3.3.2.3.2.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.ii)

Die Förderung von Erdöl in Deutschland ist wegen ihrer alten Lagerstätten sehr energieintensiv (Thermalförderung, Pumpenbetrieb zur Wassereinspeisung in die Lagerstätte). Die Emissionen aus der Förderung und der Vorbehandlung konnten mittels Expertengespräche zwischen UBA und WEG jedoch für die Berichterstattung ermittelt werden.

Tabelle 91: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.ii „Förderung“

Schadstoff	Emissionsfaktor	Methode	Quelle
CO ₂	270 g/m ³	T2	Expertenschätzung
CH ₄	1,40 g/m ³	T2	Expertenschätzung
NM VOC	12,6 g/m ³	T2	Expertenschätzung

Tabelle 92: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.ii „Aufbereitung“

Schadstoff	Emissionsfaktor	Methode	Quelle
CH ₄	2,60 g/t	T2	Expertenschätzung
NM VOC	0,02 kg/t	T2	Expertenschätzung

3.3.2.3.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.ii)

Die Unsicherheiten in der Quellgruppe werden bei der Aktivitätsrate mit 5 bis 10 % angegeben und beruhen auf Schätzungen von Experten des WEG und der nationalen Experten.

Die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren in der Quellgruppe entsprechen 25%.

3.3.2.3.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.ii)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Die Ergebnisse der Qualitätssicherung wurden bei der Ermittlung und Dokumentation der Emissionen berücksichtigt.

Ein Vergleich der Quellgruppe mit anderen Ländern zeigt, dass der IEF für Methan innerhalb der Bandbreite der internationalen Berichterstattungen liegt.

3.3.2.3.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.ii)

Aufgrund eines Rechenfehlers wurden zu hohe Kohlendioxidemissionen berechnet. Die gesamte Zeitreihe wurde korrigiert, was bis zu 25% niedrigeren Emissionen in dieser Subquellgruppe führt.

3.3.2.3.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.a.ii)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2 (Kapitel 3.3.2.2).

3.3.2.3.3 Öl, Transport (1.B.2.a.iii)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CH ₄	Tier 2	AS	CS
NM VOC	Tier 2	AS	CS

Die Quellgruppe 1.B.2.a.iii "Öl, Weiterleitung" ist keine Hauptkategorie.

3.3.2.3.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.iii)

Die Emissionen der Quellgruppe setzen sich aus den Tätigkeiten der Branche der Logistikunternehmen und Betreiber von Rohrleitungen und Rohrleitungsnetzen zusammen. Nach der Vorbehandlung wird Rohöl zu den Anlagen der Verarbeitung befördert.

Der Transport von Rohöl erfolgt fast ausschließlich mittels Rohrfernleitungen. Die Rohrfernleitungen sind ortsfest und im Regelfall unterirdisch verlegt. Anders als beim übrigen Verkehr wird der Transport nicht durch Umschlagvorgänge unterbrochen.

Die Rohrfernleitungen für Rohöl-Importe nach Deutschland haben eine Länge von 1.834 km mit einem Durchsatz im Jahr 2011 von ca. 92,4 Mio. t Rohöl (MWV 2012, S.46f.).

Das Rohrfernleitungsnetz für Mineralöl hatte im Jahr 2005 eine Länge von 3.331 km mit einem Durchsatz von 33,6 Mio. t (MWV 2006, Mineralölversorgung mit Pipelines).

Mit Binnenschiffen wurden 2011 laut *STATISTISCHES BUNDESAMT* Fachserie 8, Reihe 4, Tabelle 2.1, Spalte Gesamtverkehr 15.700 t Rohöl befördert.

3.3.2.3.3.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.iii)

Der **Emissionsfaktor** für Methan wurde mittels Schätzung von Experten auf 0,11 kg/t ermittelt. Dieser Faktor beinhaltet auch die Umschlagvorgänge an den Terminals und Umschlagstationen und ist sehr konservativ, da die Rohrfernleitungen ständig überwacht werden und es nur sehr selten zu Störfällen kommt (CONCAWE – „Performance of European cross country oil pipelines“).

Tabelle 93: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.iii „Transport“

Schadstoff	Emissionsfaktor	Methode	Quelle
CH ₄	0,11 kg/t	T2	Expertenschätzung
NM VOC	0,01 kg/t	T2	Expertenschätzung

3.3.2.3.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.iii)

Die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren betragen 20%.

3.3.2.3.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.iii)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Ein Vergleich der Quellgruppe mit anderen Ländern zeigt, dass der IEF für Methan innerhalb der Bandbreite der internationalen Berichterstattungen liegt.

3.3.2.3.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.iii)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.3.2.3.3.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.a.iii)

Der derzeit verwendete Emissionsfaktor für Methan stammt von Expertenschätzungen und basiert auf Verbandsdaten, die seit 1998 erhoben werden. Die Werte davor stammen aus Literaturangaben (SCHÖN, WALZ et al., 1993). Derzeit läuft ein Vorhaben, in dem die bisherigen Emissionsfaktoren überprüft und Vorschläge zur Konsolidierung der Zeitreihe erarbeitet werden.

3.3.2.3.4 Öl, Verarbeitung und Lagerung (1.B.2.a.iv)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂ , CH ₄	Tier 2	AS	CS
SO ₂	Tier 2	AS	CS
NM VOC	Tier 2	AS	CS
	Tier 1 (Reinigung)	M (Reinigung)	M (Reinigung)

Die Quellgruppe 1.B.2.a.iv „Öl, Verarbeitung und Lagerung“ ist keine Hauptkategorie.

3.3.2.3.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.iv)

Die Emissionen der Quellgruppe setzen sich aus den Tätigkeiten der Branche der Raffinerien und der Verarbeitungsbetriebe der Mineralölindustrie zusammen. In Deutschland werden Rohöl und Mineralölzwischenprodukte verarbeitet. Die Betriebe erhalten überwiegend Rohöl zur Verarbeitung. Die Verarbeitung erfolgt in technisch modernen Anlagen. In Deutschland wurden im Jahr 2009 insgesamt 14 Rohölraffinerien und 9 Schmieröl- und Altölraffinerien betrieben. Der Gesamteinsatz (Rohöl und Produkte) betrug 105,6 Mio. t für das Jahr 2011. (MWV 2012: S. 55).

Lagerung*Tanklager in Raffinerien*

Raffinerietanklager enthalten sowohl Rohöle als auch Zwischen- und Fertigprodukte und unterscheiden sich daher von raffineriefern Tanklagern sowohl hinsichtlich der gelagerten Produkte als auch der umgeschlagenen Mengen. In den Mineralöltanklagern der Raffinerien betrug die Lagerkapazität im Jahr 2011 in Deutschland 21.600.775 m³ (BAFA 2012).

Die Emissionen stammen vorwiegend aus den Förder- und Dichtsystemen in Raffinerien.

Zu Tanklagern in Raffinerien können Zwischenergebnisse aus dem Forschungsprojekt³¹ „Aufbereitung von Daten der Emissionserklärungen gemäß 11. BImSchV“ Bereich Lageranlagen (Müller-BBM, FKZ 3707 42 103/01, 2009b) verwendet werden.

Raffinerieferne Tanklager

Raffinerieferne Tanklager dienen insbesondere der Zwischenlagerung von Heizöl, Ottokraftstoffen sowie Diesel. Insgesamt betrug die Lagerkapazität der Mineralöltanklager im Jahr 2011 in Deutschland 41.659.196 m³ (BAFA 2012).

Reinigung

Für Tankprüfungen und zu Reparaturzwecken werden Tanks geleert und gereinigt. Bei der Tankreinigung wird zwischen Rohöltanks und Produktentanks unterschieden. Die Rohöltankreinigung ist aufgrund der Sedimentabsetzungen wesentlich aufwendiger als bei Produktentanks. Diese enthalten keine sedimentierbaren Stoffe und werden deshalb nur bei Produktwechsel gereinigt.

Im Jahr 2000 wurden laut DGMK-Forschungsbericht 499-01 (2000) bei 30 bis 35 Rohöl-Tankreinigungen etwa 50.000 kg NMVOC emittiert. Die Emissionen aus den Produktentank-

³¹ Müller-BBM (2009b): Aufbereitung von Daten der Emissionserklärungen gemäß 11. BImSchV aus dem Jahre 2004 für die Verwendung bei der UNFCC- und UNECE-Berichterstattung“ Bereich Lageranlagen, Bericht Nr. M74 244/7, UBA FKZ 3707 42 103/01, 31 S.

Reinigungen mit 666 kg NMVOC sind geschätzt. Neuere Erkenntnisse liegen derzeit nicht vor.

3.3.2.3.4.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.iv)

Verarbeitung

Für die Emissionen von NMVOC und CH₄ im Bereich Verarbeitung wird die Aktivitätsrate dem „Jahresbericht Mineralöl-Zahlen“ des Mineralölwirtschaftsverbandes e.V. (MWV) entnommen. Die verwendeten Emissionsfaktoren beruhen auf Expertenschätzungen.

Die bei der Entschwefelung von Rohöl und Mineralöl entstehenden SO₂-Emissionen in der Raffinerie werden berechnet als Produkt aus der Aktivitätsrate (Menge erzeugter Schwefel in der Raffinerie) und dem geschätzten Emissionsfaktor.

Lagerung

Tanklager in Raffinerien

Nach Müller-BBM (Teilvorhaben Lageranlagen, 2009b) wird für die Abschätzung der Emissionen aus der Lagerung in Raffinerien als Aktivitätsrate die Rohödestillationskapazität (im Jahr 2011 ca. 103,5 Mio. t; MWV 2012, S. 35) herangezogen.

Als Emissionsfaktor kann für die diffusen VOC-Emissionen der in der VDI-Richtlinie 2440 genannte Wert von 0,16 kg/t angesetzt werden. Für das Jahr 2011 ergeben sich daraus NMVOC-Emissionen von 14.904 t und CH₄-Emissionen von 1.656 t.

Tabelle 94: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.iii „Lagerung von Rohöl in Tanklagern von Raffinerien“

Schadstoff	Emissionsfaktor	Methode	Quelle
CH ₄	16 g/t	T2	Expertenschätzung
NMVOC	144 g/t	T2	Expertenschätzung

Raffinerieferne Tanklager

Aus der Auswertung der Emissionserklärungen für Lageranlagen lassen sich laut Müller-BBM (Teilvorhaben Lageranlagen, 2009b) wegen des offensichtlich sehr unterschiedlichen Emissionsverhaltens der einzelnen Anlagen keine für Einzelanlagen repräsentative Emissionsfaktoren ableiten.

Es konnten jedoch aggregierte Emissionsfaktoren gebildet werden, indem für die jeweiligen Datenkollektive die Summen aller Emissionen auf die Summen aller Kapazitäten bezogen wurden.

In raffineriefernen Tanklagern kann zwischen der Lagerung von flüssigen und gasförmigen Mineralölprodukten unterschieden werden, da die Daten in der entsprechenden Differenzierung vorliegen. (Müller-BBM, 2009b)

Tabelle 95: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.iii „Lagerung von flüssigen Mineralölprodukten in raffineriefernen Tanklagern“

Schadstoff	Emissionsfaktor	Methode	Quelle
CH ₄	5 g/m ³	T2	Expertenschätzung
NMVOC	100 g/m ³	T2	Expertenschätzung

Tabelle 96: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.iii „Lagerung von gasförmigen Mineralölprodukten in raffinieriefernen Tanklagern“

Schadstoff	Emissionsfaktor	Methode	Quelle
CH ₄	150 g/m ³	T2	Expertenschätzung
NMVOG	500 g/m ³	T2	Expertenschätzung

3.3.2.3.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.iv)

Die Unsicherheiten in der Quellgruppe werden bei den Emissionsdaten mit 20 bis 25 % angegeben. Diese Angaben beruhen auf Schätzungen von nationalen Experten sowie aus dem Forschungsbericht FKZ 3707 42 103/01 von Müller-BBM im Jahr 2009(b). Im Bereich Reinigung werden die Unsicherheiten mit 50% angegeben, da diese auf älteren Schätzungen beruhen.

3.3.2.3.4.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.iv)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Ein Vergleich der Quellgruppe mit anderen Ländern zeigt, dass der IEF für Methan innerhalb der Bandbreite der internationalen Berichterstattungen liegt.

Die Emissionsfaktoren für NMVOC werden laut Müller-BBM zumindest in ihrer Größenordnung durch die Ergebnisse unabhängiger Herangehensweisen gestützt. So wurden im Rahmen einer Bottom-up-Analyse eines Raffinerietanklagers durch Müller-BBM ein Wert von 300 g/m³ und durch Messung an Mitteldestillattanks ein Wert von 200 g/m³ ermittelt.

3.3.2.3.4.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.iv)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.3.2.3.4.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.a.iv)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2 (Kapitel 3.3.2.2).

3.3.2.3.5 Öl, Verteilung von Ölprodukten (1.B.2.a.v)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CH ₄	Tier 2	AS	CS
NMVOG	Tier 2	AS	CS

Die Quellgruppe 1.B.2.a.v "Öl, Verteilung von Ölprodukten" ist keine Hauptkategorie.

Zur Bestimmung der Emissionen aus der Verteilung (Transport und Umschlag) steht kein Entscheidungsbaum zur Verfügung und ist keine Methode vorgegeben (IPCC-GPG 2000: Kapitel 2 Energie). Hier kann lediglich in Analogie zur Quellgruppe 1.B.2.a.iii vorgegangen werden.

3.3.2.3.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.v)

Verteilung

Allgemein

Mineralölprodukte werden mittels Binnentankschiffen, Rohrleitungen für Produkte, Eisenbahnkesselwagen und Straßentankfahrzeugen transportiert und zwischen den jeweiligen Tanks umgeschlagen. Der gesamte deutsche Inlandsabsatz an Mineralölprodukten belief sich im Jahr 2011 auf 109.345.000 t (MWV 2012, S. 60). Der Inlandsabsatz von Ottokraftstoff betrug im Jahr 2011 nach dem MWV (ebd.) 19.601.000 t.

Binnentankschiffe

Nach dem Transport von Ottokraftstoffen befinden sich in den entladenen Tanks noch erhebliche Mengen an Ottokraftstoffdämpfen. Die Tanks müssen z.B. bei Ladungswechsel oder Werftaufenthalt entgast (ventiliert) werden. Bei einer durchschnittlichen Anzahl von 277 Ventilierungen pro Jahr ergibt sich nach BiPRO (Forschungsprojekt: „Evaluierung der Anforderungen der 20. BImSchV für Binnentankschiffe im Hinblick auf die Wirksamkeit der Emissionsminderung klimarelevanter Gase“, FKZ 3709 45 326, 2010) eine emittierte Menge von 336 - 650 t NMVOC.

Kesselwagen

Jährlich werden etwa 13 Mio. m³ Ottokraftstoffe in Deutschland mit Kesselwagen per Bahn transportiert. Durch Umschlag (Befüllen/Entladen) und Verluste aus den Tanks werden jährlich lediglich 1.260 t NMVOC sowie 140 t CH₄ (insgesamt 1.400 t VOC) emittiert (UBA 2004b).

Die Emissionssituation macht deutlich, dass der technische Ausrüstungsstand von Eisenbahnkesselwagen und Umschlagseinrichtungen bereits ein hohes Niveau erreicht hat.

Reinigung von Transportfahrzeugen

Die Tankinnenreinigung wird vor Reparaturarbeiten, vor Sicherheitsprüfungen, bei einem Produktwechsel oder bei einem Mietwechsel durchgeführt.

Derzeit wird im Inventar die Reinigung von Eisenbahnkesselwagen berücksichtigt. Die bei der Entleerung der Eisenbahnkesselwagen verbleibenden Restmengen, zwischen 0 und 30 Litern (in Ausnahmefällen bis zu mehreren 100 Litern), emittieren in der Regel nicht vollständig. Sie sind eine Quelle für Emissionen bei der Tankinnenreinigung.

Jährlich erfolgen etwa 2.500 Reinigungsvorgänge bei Ottokraftstoffkesselwagen. Die bei der Tankinnenreinigung von Kesselwagen entstehenden Emissionen über die Abluft betragen ca. 36.000 kg NMVOC sowie 4.000 kg CH₄ pro Jahr (insgesamt 40.000 kg/a VOC) (UBA 2004b, S.34).

Insgesamt wird mit einem stagnierenden bzw. sinkenden Ölverbrauch gerechnet. In diesem Zusammenhang kann von einer abnehmenden Zahl von Tanklagern ausgegangen werden. Aufgrund dieser Entwicklungen zeichnet sich langfristig eine Zunahme der mittleren Transportentfernung von derzeit 200 km (ebd.) für Mineralölprodukte ab.

Weitere Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung können nur noch gering die Emissionen in dieser Quellgruppe beeinflussen. Durch eine Kombination verschiedener technischer und organisatorischer Maßnahmen lassen sich die aktuellen Emissionen jedoch noch etwas weiter reduzieren. Eine wesentliche Ursache für Emissionen während der Handhabung z.B. beim Umschlag in Eisenbahnkesselwagen sind vor allem die Restmengen, die beim Entleeren zurückbleiben und beim nächsten Befüllvorgang über das Mannloch emittieren können. In diesem Zusammenhang wird untersucht, inwieweit die „best practice“

an allen Umschlagstationen konsequent umgesetzt werden und dies bei der Bestimmung der Emissionen berücksichtigt werden muss. Außerdem führt eine Verbesserung des Tankeinfüllstutzens zu einem höheren Wirkungsgrad bezüglich der Vermeidung der VOC-Emissionen während des Betankungsvorgangs.

Tankstellen

In Deutschland gibt es derzeit 14.723 Tankstellen (MWV 2012), an denen im Jahr 2011 etwa 19,6 Mio. t Ottokraftstoff sowie 32,9 Mio. t Diesel abgesetzt wurden.

Tabelle 97: Aktivitätsraten zur Berechnung der Emissionen unter 1.B.2.a.v

Aktivitätsraten	1990	2011	Veränderung
Tankstellenbestand	19.317	14.723	- 24 %
Verteilung von Ottokraftstoff	31.257 kt	19.601 kt	- 37 %
Verteilung von Dieselkraftstoff	21.817 kt	32.964 kt	+ 51 %

Beim Umfüllen aus Tankfahrzeugen in Lagertanks und bei der Betankung von Kraftfahrzeugen kommt eine bedeutsame Menge an diffusen Emissionen von VOC in die Umwelt. Die immissionsschutzrechtlichen Vorschriften für Tankstellen zur Begrenzung dieser Emissionen sind in den beiden 1992 und 1993 erlassenen Verordnungen zum Bundes-Immissionsschutzgesetz enthalten. Diese betreffen sowohl den Bereich des Umfüllens und der Lagerung von Ottokraftstoffen (20. BImSchV) als auch den Bereich der Betankung von Fahrzeugen mit Ottokraftstoffen an Tankstellen (21. BImSchV).

Der erfolgreiche Einsatz vorgeschriebener Minderungstechniken wie die Installation von Gaspandlungs- (20. BImSchV) und Gasrückführungssystemen (21. BImSchV) und der Einsatz von automatischen Überwachungseinheiten (mit der Novellierung der 21. BImSchV am 6.5.2002) führten zu einem stetigen Rückgang der VOC-Emissionen.

Die Emissionen stammen vor allem aus diffusen Emissionen beim Umschlag (Befüllen/Entladen) und Verlusten aus den Behältern (Tankatmung). Sie sind aufgeteilt nach den Regelungsbereichen der 20. BImSchV von ca. 86.000 Tonnen (1993) auf etwa 5.500 Tonnen (2011) und der 21. BImSchV von annähernd 60.000 Tonnen (1993) auf ca. 8.500 Tonnen (2011) gesunken.

3.3.2.3.5.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.v)

Verteilung

Derzeit umfasst das Inventar Emissionen zur Verteilung von Ottokraftstoff, Dieselkraftstoff, Flugturbinenkraftstoff und leichtem Heizöl, wobei die Emissionen bei der Verteilung von Ottokraftstoff dominieren. Die Emissionsfaktoren für Ottokraftstoff stammen aus UBA-eigenen Expertenschätzungen, die der anderen Kraftstoffe aus der Publikation von M. Winkler (2004). Im IPCC-Synthesis and Assessment Report Part I (IPCC, 2004) wurde angemerkt, dass der IEF der Quellgruppe *Raffination/Lagerung* im Vergleich zu anderen Annex-I-Staaten der Niedrigste ist. Dieser niedrige IEF der Quellgruppe ist auf die Umsetzungen technischer Anforderungen aus nationalen Rechtsvorschriften an die Ausrüstung von Anlagen zum Lagern, Umfüllen und Transportieren von leichtflüchtigen Mineralölprodukten zurückzuführen. Die *Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft* (TA Luft, 2002) fordert den Einsatz technisch dichter Ventile, Flanschverbindungen, Pumpen und Kompressoren sowie die Lagerung von Mineralölprodukten in Festdachtanks mit Anschluss an eine Gassammelleitung.

Die Berechnungsverfahren verwenden für NMVOC und Methan landesspezifische Emissionsfaktoren und Aktivitätsraten.

Tabelle 98: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.iv „Umschlag von Ottokraftstoff von Tankwagen in Tanklager (nach 20.BImSchV)“

Schadstoff	Emissionsfaktor	Methode	Quelle
CH ₄	0,52 kg/t	T2	Expertenschätzung
NMVOC	4,68 kg/t	T2	Expertenschätzung

Reinigung

Nach dem UBA-Text (2004b) wird 1/3 der Transporte mit Eisenbahnkesselwagen durchgeführt. Die übrigen 2/3 der Transporte erfolgen mit anderen Transportmitteln, vorwiegend mit Tanklastwagen.

Es wird davon ausgegangen, dass die im Bericht vorgenommene Aufteilung von 1/3 zu 2/3 auch auf die entstehenden Emissionen bei der Reinigung bezogen werden kann. Derzeit umfasst das Inventar Emissionen aus der Reinigung von Eisenbahnkesselwagen in Höhe von 36.000 kg NMVOC. Daraus wurde abgeleitet, dass die Emissionen bei der Reinigung der anderen Transportmittel – hauptsächlich Straßentankfahrzeuge – ca. 70.000 kg NMVOC betragen.

Eine konsequentere Erfassung der Emissionen bei der Öffnung des Mannlochs im Kesselwagen (es entweichen ca. 14,6 m³) sowie eine weitergehende Behandlung der Abluft aus der Tankinnenreinigung können VOC-Emissionen zusätzlich reduzieren. Zur Abluftreinigung wird eine einstufige Aktivkohleabsorption angenommen. Damit kann bei einer Ausgangsbeladung von 1 kg/m³ die Abluftkonzentration um 99,5 % auf unter 5 g/m³ gemindert werden. Somit verbleiben Restemissionen von lediglich 1,1 t. Dies entspricht einer Minderung gegenüber der ermittelten 36,5 t/a (ohne Adsorption) um ca. 97 % (UBA, 2004b, S.34).

Weitere Umschlagvorgänge

Weiterhin für die Quellgruppe interessant sind die Betankungsemissionen von Flugzeugen. Diese werden aber von Experten als sehr gering eingeordnet, da bei der Betankung Trockenkupplungen zum Einsatz kommen.

Weiterhin werden Emissionen bei der Befüllung von privaten Heizölkesseltanks betrachtet. Durch hohe Sicherheitsstandards sind die Emissionen ebenfalls sehr gering. Bei einem Heizölabsatz (leichtes Heizöl) von 17,9 Mio t (MWV 2012) und einem Emissionsfaktor von 0,74 g/t werden bei diesem Vorgang lediglich 13 t Methan emittiert.

Tabelle 99: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.iv „Betankung von Fahrzeugen und Heizkesseltanks“

Kraftstoff	Schadstoff	Emissionsfaktor	Methode	Quelle
Diesel	CH ₄	0,3 g/t	T2	Expertenschätzung
Diesel	NMVOC	2,7 g/t	T2	Expertenschätzung
Flugbenzin	CH ₄	0,2 g/t	T2	Expertenschätzung
Flugbenzin	NMVOC	18,0 g/t	T2	Expertenschätzung
leichtes Heizöl	CH ₄	0,7 g/t	T2	Expertenschätzung
leichtes Heizöl	NMVOC	6,7 g/t	T2	Expertenschätzung
Ottokraftstoff	CH ₄	205,3 g/t	T2	Expertenschätzung
Ottokraftstoff	NMVOC	1.848,0 g/t	T2	Expertenschätzung

3.3.2.3.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.v)

Die Unsicherheiten in der Quellgruppe werden bei den Emissionsdaten mit 20 % angegeben. Diese Angaben beruhen auf Schätzungen von Experten der nationalen Experten und liegen in der angegebenen Spanne relevanter Default-Emissionsfaktoren (IPCC GPG 2000; Kapitel 2.7.1.6.).

3.3.2.3.5.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.v)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Derzeit berichten nur wenige Länder Emissionen in dieser Quellgruppe. Der IEF für Methan ist lediglich vergleichbar mit Kroatien und liegt in der selben Größenordnung (Deutschland IEF= 0,027 g/t; Kroatien: 745 kg/PJ ~ 0,030 g/t).

Die NMVOC-Emissionen aus der Befüllung von Transportmitteln für Straße, Schiene, Wasser innerhalb von Raffinerien (EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2005 SNAP 050501) verursachen europaweit durchschnittlich 0,2 % der Emissionen an NMVOC. Die Emissionen aus den eigentlichen Transportvorgängen sowie der Lagerung von Kraftstoffen außerhalb von Raffinerien, jedoch ohne Tankstellen, betragen weitere 0,9 % (SNAP 050502). Die Emissionen aus der Lagerung von Kraftstoffen im Bereich der Tankstellen umfassen 2,3 %. Als Emissionsfaktoren werden 200-500 g/t umgeschlagener Ottokraftstoff für SNAP 050501, 600-3120 g/t für SNAP 050502 und 2000-4500 g/t für SNAP 050503 angegeben. Weitere Ergebnisse zur Verifikation liegen noch nicht vor.

3.3.2.3.5.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.v)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.3.2.3.5.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.a.v)

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

3.3.2.3.6 Öl, Sonstige (1.B.2.a.vi)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CH ₄	IE	IE	IE
NMVOC	IE	IE	IE

Die Quellgruppe 1.B.2.a.vi "Öl, Sonstige" ist keine Hauptkategorie.

3.3.2.3.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.vi)

Zur Bestimmung der Emissionen aus der Verteilung stehen kein Entscheidungsbaum oder weitere Anleitungen zur Verfügung. Nach den Berichtsvorgaben des EMEP Emission Inventory Guidebook stehen zu sonstigen Emissionen keine Anleitungen zur Verfügung.

3.3.2.3.6.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.vi)

Zu dieser Quellgruppe liegen keine Ergebnisse vor.

3.3.2.3.6.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.vi)

Angaben zu Unsicherheiten und zur Zeitreihenkonsistenz sind nicht erforderlich.

3.3.2.3.6.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.vi)

Eine Qualitätskontrolle entfällt.

3.3.2.3.6.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.vi)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.3.2.3.6.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.a.vi)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.3.2.4 Erdgas (1.B.2.b)

CRF 1.B.2.b	Gas	HK	1990		2011		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Gaseous Fuels	CH ₄	L	-T2	6.966,1 (0,57%)	5.372,5 (0,58%)	-22,88%	
Gaseous Fuels	CO ₂	-	-	1.404,1 (0,12%)	1.095,1 (0,12%)	-22,01%	

Die Quellgruppe 1.B.2.b „Erdgas“ ist für CH₄-Emissionen aus Erdgas eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe.

3.3.2.4.1 Gas, Exploration; Erkundung von Gas (1.B.2.b.i)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CH ₄	IE	IE	IE
NMVOC	IE	IE	IE

Die Quellgruppe 1.B.2.b.i „Gas, Erkundung von Gas“ ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.b „Erdgas“ eine Hauptkategorie für CH₄ nach der Emissionshöhe.

3.3.2.4.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.i)

Die Quellgruppe 1.B.2.b.i wird zusammen mit der Quellgruppe 1.B.2.a.i (Exploration, Erdöl) behandelt. Dementsprechend sind die zusammengefassten nicht unterteilten Daten von 1.B.2.b.i in der Quellgruppe 1.B.2.a.i enthalten.

3.3.2.4.1.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.i)

Die Herangehensweise in den Berechnungsverfahren entspricht denen der Quellgruppe 1.B.2.a.i.

3.3.2.4.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.i)

Zur Erläuterung der Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz 1.B.2.a.i.

3.3.2.4.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.i)

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Die Qualitätssicherung erfolgte durch die

Nationale Koordinierungsstelle. Daten wurden fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

Zur Erläuterung der quellenspezifischen Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung siehe 1.B.2.a.i.

3.3.2.4.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.i)

Rückrechnungen sind unter 1.B.2.a.i beschrieben.

3.3.2.4.1.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.b.i)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2 (Kapitel 3.3.2.2).

3.3.2.4.2 Gas, Herstellung und Verarbeitung (1.B.2.b.ii)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂ , CH ₄	Tier 2	AS	CS
CO (nur Aufbereitung)	Tier 1	AS	CS
SO ₂ , NMVOC	Tier 2	AS	CS

Die Quellgruppe 1.B.2.b.ii „Gas, Herstellung und Verarbeitung“ ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.b „Erdgas“ eine Hauptkategorie für CH₄ nach der Emissionshöhe.

Die Bestimmung der Emissionen erfolgte nach den Methoden der IPCC-GPG (2000: Figure 2.12 Decision Tree for Natural Gas Systems, Seite 2.80, hier „Box 4“, ggf. „Box 3“).

3.3.2.4.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.ii)

Die Emissionen der Quellgruppe setzen sich aus den Tätigkeiten Förderung, Vorbehandlung und Verarbeitung zusammen. Im Jahr 2011 wurden in Deutschland 11,9 Mrd. m³ Erdgas gefördert (WEG 2012, S. 40, Erdgasförderung), davon sind 40 % Sauergas. In Deutschland findet die Vorbehandlung in Anlagen auf der Förderstation statt. Emissionen vom Anfang einer Vorbehandlung bis zum Abschluss der Verarbeitung können aus verschiedenen Anlagen stammen.

Anlagen zur Vorbehandlung (Aufbereitung)

Aus der Tiefe kommendes Erdgas wird über Tage zunächst in Trocknungsanlagen behandelt. Diese scheiden mitgefördertes Lagerstättenwasser, flüssige Kohlenwasserstoffe und Feststoffe ab. Der noch verbliebene Wasserdampf wird dem Gas unter Verwendung von Glykol entzogen (WEG 2008a³², S. 25).

Sauergas

Das aus der geologischen Formation des Zechsteins in Deutschland geförderte schwefelwasserstoffhaltige Erdgas (so genanntes Sauergas) erfordert eine spezielle Aufbereitung. Dieses Gas wird durch gesonderte und wegen der Gefährlichkeit des Schwefelwasserstoffs zusätzlich gesicherte Rohrleitungen in zentrale Aufbereitungsanlagen transportiert, wo ihm in chemisch-physikalischen Waschprozessen der Schwefelwasserstoff entzogen wird.

³² WEG 2008a: Erdgas-Erdöl, Entstehung-Suche-Förderung, Hannover, 34 S.

Das Erdgas verlässt die Aufbereitungsanlagen in verbrauchsfähiger Qualität. Der Schwefelwasserstoff wird in elementaren Schwefel umgewandelt und dient hauptsächlich der chemischen Industrie als Grundstoff. Die Schwefelproduktion aus der Erdgasgewinnung betrug in Deutschland ca. 874.640 Tonnen im Jahr 2011 (WEG 2012, S. 46).

3.3.2.4.2.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.ii)

Erdgas

Die spezifischen Emissionsfaktoren wurden aufgrund von Literaturrecherchen (SCHÖN, WALZ et al., 1993) und Nachfragen bei Unternehmen durch das Umweltbundesamt abgeleitet und für die Jahre 1990 bis 1994 kontinuierlich fortgeschrieben. Für die Jahre ab 1995 konnten mit Unterstützung des WEG spezifische Emissionsfaktoren ermittelt werden. Hierbei hat sich gezeigt, dass die Methan-Emissionsfaktoren deutlich unter denen aus der Literaturrecherche liegen.

Tabelle 100: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.ii „Trocknung und Aufbereitung von Erdgas“

Schadstoff	Emissionsfaktor	Methode	Quelle
CH ₄	0,15 kg/ Tsd. m ³	T2	Expertenschätzung

Sauergas

Zur Berechnung der Emissionen aus der Sauergasaufbereitung wird ein Splitfaktor bezogen auf die Aktivitätsrate (gesamte Erdgasförderung 2011 = 11,9 Mrd. m³) von 0,4 verwendet. Diese Angabe zum Splitfaktor basiert auf dem WEG-Bericht zur Sauergasbehandlung (WEG, 2008a).

Für die Sauergasaufbereitung wird der CO₂-Emissionsfaktor von 0,23 t/Tsd.m³ aus Österreich verwendet, da nach Aussagen des WEG die zwei in Deutschland betriebenen Entschwefelungsanlagen mit der österreichischen Anlage vergleichbar sind.

Tabelle 101: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.ii „Aufbereitung von Erdgas“

Schadstoff	Wert	Methode	Quelle
CO ₂	0,23 t/Tsd. m ³	T2	Expertenschätzung

3.3.2.4.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.ii)

Die Unsicherheiten in der Quellgruppe werden bei den Emissionsdaten mit 10 bis 30 % angegeben. Diese Angaben beruhen auf Schätzungen der nationalen Experten und liegen in der angegebenen Spanne relevanter Default-Emissionsfaktoren (IPCC GPG 2000; Kapitel 2.7.1.6.).

3.3.2.4.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.ii)

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Die Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle. Daten wurden fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

Die Ergebnisse der Qualitätssicherung wurden bei der Ermittlung und Dokumentation der Emissionen berücksichtigt.

Ein Vergleich der Quellgruppe mit anderen Ländern zeigt, dass der IEF für Methan innerhalb der Bandbreite der internationalen Berichterstattungen liegt. Der IEF für Kohlendioxid liegt am oberen Ende der Bandbreite.

3.3.2.4.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.ii)

Aufgrund eines Rechenfehlers wurden zu hohe Kohlendioxidemissionen berechnet. Die gesamte Zeitreihe wurde korrigiert, was bis zu 1 % niedrigeren Emissionen in dieser Subquellgruppe führt.

3.3.2.4.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.b.ii)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2 (Kapitel 3.3.2.2).

3.3.2.4.3 Gas, Weiterleitung (1.B.2.b.iii)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CH ₄ (Weiterleitung)	Tier 3	AS	CS
CH ₄ (Speicherung)	Tier 2	AS	CS

Die Quellgruppe 1.B.2.b.iii „Gas, Weiterleitung“ ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.b „Erdgas“ eine Hauptkategorie für CH₄ nach der Emissionshöhe.

Die Bestimmung der Emissionen erfolgte nach den Methoden der IPCC-GPG (2000: Figure 2.12 Decision Tree for Natural Gas Systems, Seite 2.80, hier „Box 4“, ggf. „Box 3“).

3.3.2.4.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.iii)

Die Emissionen der Quellgruppe setzen sich aus den Tätigkeiten der Branche der Gasproduzenten und der Gasversorger zusammen. In Deutschland wird Gas (Erdgas und Erdölgas) von Betrieben/Anlagen der Förderung und der Verarbeitung zu Unternehmen der Gasversorgung und Gasverarbeitung weitergeleitet. Diese Weiterleitung erfolgt über Rohrleitungen (Fernhochdruckrohrleitungen) und in Behältern (Tanks). Stadtgas wurde in relevanten Mengen bis zum Jahr 1997 durch Rohrleitungen weitergeleitet.

Zur Weiterleitung von Gas werden Rohrleitungen der Druckstufe Hochdruck (über 1 bar) und der Materialarten Kunststoff und Stahl/Duktilguss eingesetzt.

Ein Teil des Erdgases wird zur zeitlichen Unterbrechung der Weiterleitung in unterirdischen Speichern zwischengelagert.

Die mit Gas zur Weiterleitung befüllten Tanks werden auch per Binnentankschiff transportiert/befördert.

3.3.2.4.3.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.iii)

Rohrleitungen (Hochdruckrohrleitungen)

In Deutschland gefördertes Erdgas wurde von den Förderfeldern und den dortigen Förderstationen (auf Land und vor der Küste) anteilig über Rohrleitungen weitergeleitet. Die Betreibergesellschaften der bedeutendsten Gasfernleitungen in Deutschland sind im *Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung* (WEG), im *Verein des Deutschen Gas- und Wasserfaches* (DVGW) sowie im *Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft* (BDEW) organisiert.

Tabelle 102: Verwendete Methan-Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.iii „Weiterleitung“

Leitungsmaterial	Druckstufe	Wert	Methode	Quelle
Stahl und Duktulguss	Hochdruck	241 kg/km	T3	Expertenschätzung
Kunststoff	Hochdruck	44 kg/km	T3	Expertenschätzung

Speicher

Für die sichere Einlagerung großer Erdgasmengen eignen sich natürliche und künstliche unterirdische Speicher. In Deutschland stehen rund 40 Untertagespeicher zur Verfügung. Ein großer Teil dieser Speicher befindet sich in ausgeförderten Erdöl- und Erdgaslagerstätten. Bei ihnen wird der Porenraum von porösen Gesteinen für die Speicherung genutzt. Die Porenspeicher können je nach Größe der geologischen Struktur zwischen 100 Mio. m³ und mehreren Mrd. m³ Gas fassen. Davon steht rund die Hälfte der eingelagerten Gasmenge für Zwecke des Lastausgleichs, als so genanntes *Arbeitsgas*, zur Verfügung. Der Rest, das so genannte *Kissengas*, dient als Druckpuffer und zur Fernhaltung des Lagerstättenwassers von den Speicherbohrungen. Bei Kavernenspeichern wird der Speicherraum als Hohlraum durch einen Solprozess in unterirdischen Salzstöcken geschaffen. Bei einer mittleren Kaverne beträgt das Fassungsvermögen an nutzbarem Gas etwa 30 Mio. m³. Dazu kommt eine als Druckpuffer erforderliche Kissengasmenge von 10 Mio. m³ bis 30 Mio. m³. Ende des Jahres 2010 verfügten die in Deutschland bestehenden Untertagegasspeicher über ein Arbeitsgasvolumen von über 20,4 Mrd. m³. Ein weiterer Ausbau ist im Gange (vgl. WEG, 2011: S. 20ff).

Aufgrund der Ergebnisse eines Forschungsvorhabens (Müller-BBM 2012) konnten neue landesspezifische Emissionsfaktoren ermittelt werden. Der ursprüngliche Emissionsfaktor von 9 kg CH₄/TJ basierte auf Untersuchungen der späten 1980er Jahre und ist deutlich zu hoch, da damals noch sehr viele Obertagespeicher, vor allem in der ehemaligen DDR, in Betrieb waren. Der nachfolgende Emissionsfaktor wurde mittels Betreiberbefragung und Auswertung von Störungsstatistiken ermittelt (Müller-BBM 2012) und ist gültig für Poren- und Kavernenspeicher. Weitere Gasspeicher werden in unter 1.B.2.b.iv berichtet.

Tabelle 103: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.iii „Speicherung von Erdgas“

Schadstoff	Wert	Methode	Quelle
CH ₄	0,07 kg/Tsd.m ³ (Vn) ³³	T2	Expertenschätzung

3.3.2.4.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.iii)

Zur Erläuterung der Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz siehe 1.B.2.

3.3.2.4.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.iii)

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Die Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle. Daten wurden fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

Ein Vergleich der Quellgruppe mit anderen Ländern zeigt, dass der IEF für Methan innerhalb der Bandbreite der internationalen Berichterstattungen liegt.

³³ Verfügbares Arbeitsgasvolumen normiert auf 273 K und 1013 hPa.

3.3.2.4.3.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.iii)

Aufgrund der neuen Emissionsfaktoren für die Erdgasspeicherung kam es zu Rückrechnungen über die gesamte Zeitreihe..

Weiterhin werden in den CRF Tabellen nunmehr die Kilometerangaben des Leitungsnetzes als Aktivitätsrate ausgewiesen. Die vorher berichteten Verbrauchsmengen fließen nicht mehr in die Berechnung der Emissionen dieser Subquellgruppe ein.

3.3.2.4.3.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.b.iii)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2 (Kapitel 3.3.2.2).

3.3.2.4.4 Gas, Verteilung (1.B.2.b.iv)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CH ₄	Tier 3	AS	CS

Die Quellgruppe 1.B.2.b.iv „Gas, Verteilung“ ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.b „Erdgas“ eine Hauptkategorie für CH₄ nach der Emissionshöhe.

3.3.2.4.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.iv)

Die Emissionen der Quellgruppe setzen sich aus den Tätigkeiten der Branche der Gasversorgungsunternehmen bis zu den Kunden zusammen. In Deutschland wird Erdgas zur Gasversorgung überwiegend über Rohrleitungsnetze verteilt. Zur Verteilung von Gas werden Rohrleitungen der Druckstufen Nieder- (bis 100 mbar) und Mitteldruck (zwischen 100 mbar und 1 bar) und der Leitungsmaterialien Kunststoff, Stahl/Duktilguss und Grauguss eingesetzt. Um Doppelzählungen zu vermeiden, ist das gesamte Hochdruckrohrnetz der Ferngas- und Erdgasfördergesellschaften in 1.B.2.b.iii zusammengefasst.

Die durch die Gasverteilung verursachten Emissionen sind trotz deutlich gestiegener Gasdurchleitungen und eines gegenüber 1990 um über 76 % erweiterten Verteilungsnetzes um zirka 7 % zurückgegangen. Ursache hierfür ist zum einen die Erneuerung des Gasverteilungsnetzes insbesondere im Osten Deutschlands. So wurde insbesondere der Anteil der Graugussrohre im Niederdrucknetz reduziert und durch emissionsärmere Kunststoffrohrleitungen ersetzt. Eine weitere Ursache dieser Reduzierung ist die Minderung der diffusen Verteilungsverluste in der Folge technischer Verbesserungen (technisch dichte Armaturen wie Flansche, Ventile, Pumpen, Kompressoren) als Resultat der Implementierung von Anforderungen zur Emissionskontrolle aus Regularien (TA Luft 1986 und 2002, VDI-Richtlinie 2440, 11-2000). Wesentliche Rahmendaten hierzu sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 104: Gasverteilungsnetz und verursachte Methanemissionen

Parameter	1990	1995	2000	2005	2010	2011
Gesamtlänge Leitungsnetz [km]	245.852	320.878	369.390	411.955	405.234	433.035
Methangesamtemission [t]	199.567	204.309	192.281	185.874	183.427	206.250
Implizierter Emissionsfaktor [kg/km]	811,7	636,7	520,5	451,2	452,6	476,3
Änderung des Emissionsfaktors zum Basisjahr	0 %	22 %	36 %	44 %	44 %	41 %

Ein Teil des Erdgases wird zur zeitlichen Unterbrechung der Verteilung in oberirdischen (Kugel-)Speichern zwischengelagert. Die mit Gas zur Verteilung und Beförderung befüllten Tanks werden per Eisenbahnkesselwagen und Straßentankfahrzeugen befördert.

Gas wird auch in Behältern (kleinen Tanks, Flaschen) angeboten. Diese Behälter werden als Stückgut, zumeist in Gebinden, befördert.

Verteilung über Rohrleitungen

Die Berechnung erfolgt auf der Grundlage der verfügbaren Netzstatistiken zur Zusammensetzung der Verteilungsnetze im Nieder- und Mitteldruckbereich. In den frühen 1990er Jahren wurden auch die Emissionen der Verteilung von Stadtgas in die Berechnungen einbezogen. Das Stadtgasverteilungsnetz hatte 1990 einen Anteil von 16 % am gesamten Gasnetz, davon 15 % im Graugussnetz- und 84 % im Stahl- und Duktulgussbereich. In der nachfolgenden Tabelle sind die Entwicklungen der Netzzusammensetzung zusammengestellt. Die Verteilungsnetze des Stadtgases sind dabei mit berücksichtigt worden. Besonders auffällig ist der Ausbau des Kunststoffrohrnetzes mit 400 % im Mitteldruckbereich.

Tabelle 105: Struktur des Gasverteilungsnetzes

Verteilungsnetz		Länge des Verteilungsnetzes		
Druckstufe	Material	1990 [km]	2011 [km]	Änderung [%]
Niederdruck	Grauguss	17.260	500	-97
	Kunststoff	23.894	42.346	+77
	Stahl und Duktulguss	119.761	165.106	+38
Mitteldruck	Kunststoff	43.307	159.862	+369
	Stahl und Duktulguss	41.622	65.221	+57
Insgesamt		245.844	433.035	+76

Die Angaben zur Erfüllung der guten Inventarpraxis nach den Guidelines werden übergreifend bei 1.B.2 erläutert (siehe Kapitel 3.3.2).

3.3.2.4.4.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.iv)

Verteilung über Behälter

Die Verteilung von Gas in Behälter (Tanks von Transportmitteln sowie Flaschen) erfolgt über Anlagen zur Abfüllung von Gas. Danach erfolgt der Transport mit Eisenbahnkesselwagen und Straßentankfahrzeugen. Gas in Behältern (Flaschen) wird ebenfalls von Kunden vor dem Gebrauch befördert (nicht als Stückgut). In geringem Umfang findet auch bei den Verbrauchern eine Zwischenlagerung statt bevor das Gas verbraucht wird (siehe zum Verbrauch bei den jeweiligen Quellgruppen bei 1.A).

Speicher

Zur Einlagerung von mittleren Erdgasmengen zum Ausgleich kurzzeitiger Verbrauchsschwankungen eignen sich künstliche oberirdische Speicher. In Deutschland stehen hierzu Kugel- und Röhrenspeicher sowie weitere Niederdruckbehälter zur Verfügung. Aufgrund der Ergebnisse eines Forschungsvorhabens [Müller-BBM 2012] konnten neue landesspezifische Emissionsfaktoren ermittelt werden.

Tabelle 106: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.iv „Zwischenspeicherung von Erdgas“

Schadstoff	Wert	Methode	Quelle
CH ₄	5 kg/Tsd.m ³ (Vn) ³⁴	T2	Expertenschätzung

Erdgasfahrzeuge und Tankstellen

Weiterhin gibt es in Deutschland einen steigenden Trend zur Nutzung von erdgasbetriebenen Fahrzeugen. Laut Kraftfahrtbundesamt gab es mit Stichtag 01.01.2012 ca. 93.300 erdgasbetriebene Fahrzeuge in Deutschland. Diese werden an CNG-Tankstellen, welche an das öffentliche Netz angeschlossen sind, mittels Kompressoren aus Hochdruckzwischenspeichern betankt. Es gibt derzeit ca. 900 CNG-Tankstellen landesweit [Müller-BBM 2012].

Tabelle 107: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.iv „Erdgastankstellen und Erdgastanks in Fahrzeugen“

Schadstoff	Wert	Methode	Quelle
CH ₄	0,33 kg/Fahrzeug	T2	Expertenschätzung

Aufgrund der hohen Sicherheitsanforderungen bei der Betankung und auch bei den Tanks selbst, sind daher die Emissionen mit ca. 30 t pro Jahr sehr gering und werden im Wesentlichen bei der Druckprüfung und bei Entleerung von Tanks verursacht.

Kälteverflüssigtes Erdgas (LNG)

Erdgas lässt sich bei -161°C verflüssigen und ist somit transportgeeignet. Dieser Prozess ist allerdings sehr energieintensiv und wird nur zur Überbrückung großer Distanzen angewendet. In Deutschland existiert derzeit kein LNG-Umschlagsterminal [Müller-BBM 2012]. Importe aus anderen Ländern erfolgen im Wesentlichen in gasförmiger Form über die Fernleitungen und werden unter 1.B.2.b.iii berücksichtigt.

In Deutschland existieren derzeit eine Erdgasverflüssigungsanlage und zwei Satellitenspeicheranlagen. Dortige Speicherungen und Umschlagvorgänge unterliegen höchsten sicherheitstechnischen Anforderungen, so dass Emissionen ausgeschlossen sind. Lediglich bei Wartungen können Kleinstmengen an Gas entweichen. Die Mengen bewegen sich im unteren dreistelligen Kilogramm Bereich [Müller-BBM 2012].

3.3.2.4.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.iv)

Zur Erläuterung der Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz siehe 1.B.2.

3.3.2.4.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.iv)

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Die Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle. Daten wurden fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

Ein Vergleich der Quellgruppe mit anderen Ländern zeigt, dass der IEF für Methan innerhalb der Bandbreite der internationalen Berichterstattungen liegt.

³⁴ Verfügbares Arbeitsgasvolumen normiert auf 273 K und 1013 hPa.

3.3.2.4.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.iv)

Aufgrund der neuen Emissionsfaktoren für die Erdgasspeicherung kam es zu Rückrechnungen über die gesamte Zeitreihe.

3.3.2.4.4.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.b.iv)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2 (Kapitel 3.3.2.2).

3.3.2.4.5 Gas, Sonstige Leckagen (1.B.2.b.v)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CH ₄	Tier 2	AS	CS

Die Quellgruppe 1.B.2.b.v „Gas, Sonstige Leckagen“ ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.b „Erdgas“ eine Hauptkategorie für CH₄ nach der Emissionshöhe.

Zur Bestimmung der Emissionen aus der Verteilung stehen kein Entscheidungsbaum oder weitere Anleitungen zur Verfügung (siehe IPCC-GPG 2000: Kapitel 2 Energie).

Nach den Berichtsvorgaben des EMEP Emission Inventory Guidebook stehen zu sonstigen Emissionen keine Anleitungen zur Verfügung (EMEP 2005: Group 5: Extraction & distribution of fossil fuels and geothermal energy).

3.3.2.4.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.v)

Die Quellgruppe beschreibt die Emissionen aus der Leckage im industriellen Bereich sowie bei Haushalten und Kleinverbraucher. Die Aktivitätsraten basieren auf den Ergebnissen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen sowie der aktuellen BDEW Gasstatistik.

Seit 1997 wird in Deutschland kein Stadtgas mehr ins Netz eingespeist.

3.3.2.4.5.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.v)

Die Emissionsfaktoren sind landesspezifisch. Sie wurden mittels des Forschungsvorhabens "Methanemissionen durch den Einsatz von Gas in Deutschland von 1990 bis 1997 mit einem Ausblick auf 2010"; Fraunhofer ISI, 2000 ermittelt.

Tabelle 108: Verwendete Methan-Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.v „diffuse Emissionen bei Erdgas-Anwendern“

Betriebsstätte	Schadstoff	Wert	Methode	Quelle
Gaszähler und Armaturen in Haushalten und Kleinverbrauchern	CH ₄	4,5 kg/No ³⁵	T2	Expertenschätzung
Armaturen in Industrieanlagen	CH ₄	410*10 ⁻⁶ m ³ /m ³	T2	Expertenschätzung

3.3.2.4.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.v)

Die Unsicherheiten in der Quellgruppe werden bei den Emissionsdaten mit 20 % angegeben. Diese Angaben beruhen auf Schätzungen von Experten und liegen in der angegebenen Spanne relevanter Default-Emissionsfaktoren (IPCC GPG 2000, Kapitel 2.7.1.6.).

³⁵ Anzahl an Gaszähler und Armaturen

3.3.2.4.5.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.v)

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Die Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle. Daten wurden fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

Ein Vergleich der Quellgruppe mit anderen Ländern zeigt, dass der IEF für Methan innerhalb der Bandbreite der internationalen Berichterstattungen liegt.

3.3.2.4.5.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.v)

Für die Quellgruppe sind in diesem Jahr Rückrechnungen für das Jahr 2010 erfolgt, die auf dem Vorliegen der endgültigen Energiebilanz gegenüber der vorläufigen Energiebilanz aus der letzten Berichterstattung begründet sind.

3.3.2.4.5.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.b.v)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2 (Kapitel 3.3.2.2).

3.3.2.4.6 Abfackelung und Entlüftung (1.B.2.c)

CRF 1.B.2.c	Gas	HK	1990		2011		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
venting & flaring	CH ₄	-	-	409,3 (0,03%)	179,52 (0,02%)	-56,15%	
venting & flaring	CO ₂	-	-	336,7 (0,03%)	296,9 (0,03%)	-11,83%	
venting & flaring	N ₂ O	-	-	1,1 (0,00%)	0,2 (0,00%)	-81,44%	

Die Quellgruppe 1.B.2.c „Abfackelung und Entlüftung“ ist keine Hauptkategorie.

Die Quellgruppen in der übergeordneten Gruppe der diffusen Emissionen aus 1.B.2.c "Abfackelung und Entlüftung" umfasst die direkt ausgeblasenen und über eine Verbrennung in die Atmosphäre emittierten Treibhausgase und Luftschadstoffe.

3.3.2.4.7 Abfackelung und Entlüftung von Öl (1.B.2.c.i)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	Tier 2	AS	CS
CH ₄ (Förderung)	Tier 2	AS	CS
CH ₄ (Raffinerien)	Tier 1	AS	D
N ₂ O (nur Förderung)	Tier 2	AS	CS
NM VOC (nur Raffinerien)	Tier 1	AS	D

Die Quellgruppe 1.B.2.c.i „Abfackelung und Entlüftung von Öl“ ist keine Hauptkategorie.

Für die Bestimmung der Emissionen sind keine Methoden vorgegeben (siehe IPCC-GPG, 2000) lediglich der Entscheidungsbaum für Raffinerie (siehe 1.B.2.a.iii) enthält Abfackelung und Entlüftung als Kriterium.

3.3.2.4.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.c.i)

Nach den allgemeinen Vorgaben aus der TA-Luft (2002) sind Gase und Dämpfe sowie Wasserstoff und Schwefelwasserstoff, die aus Druckentlastungsarmaturen und Entleerungseinrichtungen austreten, in ein Gassammelsystem einzuleiten. Die erfassten Gase werden soweit wie möglich in Prozessfeuerungen verbrannt. Sofern dies nicht möglich

ist, werden die Gase einer Fackel zugeführt. Die Fackeln müssen mindestens die Anforderungen an Fackeln zur Verbrennung von Gasen aus Betriebsstörungen und Sicherheitsventilen erfüllen. Die Fackel ist für eine Raffinerie und für andere Anlagen in den Quellgruppen 1.B.2 eine unbedingt notwendige Sicherheitseinrichtung. Bei der Verarbeitung von Rohöl können aus unterschiedlichen Gründen gelegentlich zu hohe Drücke in den Prozessanlagen entstehen. Damit in solchen Fällen der Druck nicht so hoch wird, dass Behälter und Rohrleitungen platzen, muss der Überdruck durch Sicherheitsventile abgebaut werden können. Sicherheitsventile lassen das Produkt in Leitungen ab, die zur Fackel führen. Dort können die Gase, die bei Überdruck ausströmen, kontrolliert verbrannt werden. Durch Einrichtungen zur Fackelgasrückgewinnung wird der größte Teil der anfallenden Gase verflüssigt und wieder in den Verarbeitungsprozess rückgeführt oder in der Raffinerie für Feuerungszwecke genutzt. Kohlenwasserstoffe werden dabei zu mehr als 99 % zu CO₂ und H₂O umgesetzt. Am Fackelkopf ist daher selten mehr als eine kleine Zündflamme zu sehen.

3.3.2.4.7.2 Methodische Aspekte (1.B.2.c.i)

Die Emissionen der Quellgruppe umfassen die Fackelverluste von Onshore-Anlagen. Emissionen bei der Entlüftung werden in 1.B.2.a.iv berücksichtigt. Zudem werden die Emissionen aus Abfackelung in Raffinerien mittels von Experten entwickelten Emissionsfaktoren bestimmt.

Die Ergebnisse der Qualitätssicherung werden bei der Ermittlung und Dokumentation der Emissionen berücksichtigt.

Tabelle 109: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.c.i „Fackelemissionen an Erdölförderanlagen“

Schadstoff	Wert	Methode	Quelle
CH ₄	0,558 g/m ³	T2	Expertenschätzung
CO ₂	90,4 g/t	T2	Expertenschätzung
N ₂ O	64 g/Tsd. m ³	T2	Expertenschätzung
CO	0,074 g/t	T2	Expertenschätzung
NM VOC	0,457 g/m ³	T2	Expertenschätzung

Tabelle 110: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.c.i „Fackelemissionen an Raffinerien“

Schadstoff	Wert	Methode	Quelle
CH ₄	0,5 g/t	T2	Expertenschätzung
CO ₂	2,55 kg/t	T2	Expertenschätzung
N ₂ O	54 g/m ³	T1	GPG 2000
CO	12 g/m ³	T1	EEA Guidebook 2006
NM VOC	2 g/m ³	T1	EEA Guidebook 2006
SO ₂	77 kg/m ³	T1	EEA Guidebook 2006

3.3.2.4.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.c.i)

Die Unsicherheiten in der Quellgruppe werden bei den Emissionsdaten mit 10 bis 25 % angegeben. Diese Angaben beruhen auf Schätzungen der nationalen Experten und liegen in der angegebenen Spanne relevanter Default-Emissionsfaktoren (IPCC GPG 2000, Kapitel 2.7.1.6.).

3.3.2.4.7.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.c.i)

Zur Erläuterung der quellspezifischen Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung siehe 1.B.2.a (Kapitel 3.3.2.3).

Ein Vergleich der Quellgruppe mit anderen Ländern zeigt, dass der IEF für Methan und der für Kohlendioxid innerhalb der Bandbreite der internationalen Berichterstattungen liegt. Der für Lachgas liegt am oberen Ende der Bandbreite. Dies liegt an der konservativen Rechnung mittels des Defaultfaktors.

3.3.2.4.7.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.c.i)

Aufgrund neuer Emissionsfaktoren wurden Rückrechnungen für Kohlendioxid, NMVOC und Methan vorgenommen.

Eine Übersicht über Art und Umfang der in CRF 1.B.2 erfolgten Rückrechnungen findet sich in Kapitel 3.3.2.1.

3.3.2.4.7.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.c.i)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2 (Kapitel 3.3.2.2).

3.3.2.4.8 Abfackelung und Entlüftung von Gas (1.B.2.c.ii)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	Tier 2	AS	CS
CH ₄	Tier 2	AS	CS
N ₂ O	Tier 2	AS	CS
NMVOC	Tier 2	AS	CS

Die Quellgruppe 1.B.2.c.ii „Abfackelung und Entlüftung von Gas“ ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.c „Abfackelung und Entlüftung“ keine Hauptkategorie.

Für die Bestimmung der Emissionen sind keine Methoden vorgegeben (siehe IPCC-GPG, 2000), lediglich der Entscheidungsbaum für Raffinerien (siehe 1.B.2.a.iv) enthält Abfackelung und Entlüftung als Kriterium.

3.3.2.4.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.c.ii)

Zur Beschreibung der Quellgruppe siehe 1.B.2.c.i.

3.3.2.4.8.2 Methodische Aspekte (1.B.2.c.ii)

Zur Beschreibung der Quellgruppe siehe 1.B.2.c.i.

Emissionen bei der Entlüftung werden in der Quellgruppe 1.B.2.b.iii berücksichtigt. Die SO₂-Emissionen werden ermittelt aus der Aktivitätsrate von 15.729 Tsd. m³ abgefackeltes Erdgas (WEG 2012, S. 45) und einem Emissionsfaktor von 0,140 kg/ 1000 m³, welcher einen durchschnittlichen H₂S-Gehalt von 5 Vol. % berücksichtigt.

Tabelle 111: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.c.i „Fackelemissionen bei der Erdgasförderung“

Schadstoff	Wert	Methode	Quelle
CH ₄	0,5 kg/m ³	T2	Expertenschätzung
CO ₂	0,056 t/GJ	T2	Expertenschätzung
N ₂ O	2*10 ⁻⁸ kg/m ³	T2	Expertenschätzung
CO	0,7 g/m ³	T2	Expertenschätzung
NMVOC	0,62 mg/m ³	T2	Expertenschätzung
SO ₂	140 g/Tsd.m ³	T2	Expertenschätzung

3.3.2.4.8.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.c.ii)

Die Unsicherheiten in der Quellgruppe werden bei den Emissionsdaten mit 25 % angegeben. Diese Angaben beruhen auf Schätzungen von nationalen Experten und liegen in der angegebenen Spanne relevanter Default-Emissionsfaktoren (IPCC GPG 2000, Kapitel 2.7.1.6.).

3.3.2.4.8.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.c.ii)

Zur Erläuterung der quellspezifischen Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung siehe 1.B.2.b (Kapitel 3.3.2.4). Ein Vergleich der Quellgruppe mit anderen Ländern zeigt, dass der IEF für Methan innerhalb der Bandbreite der internationalen Berichterstattungen liegt.

3.3.2.4.8.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.c.ii)

Eine Übersicht über Art und Umfang der in CRF 1.B.2 erfolgten Rückrechnungen findet sich in Kapitel 10.1.1.

3.3.2.4.8.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.c.ii)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2 (Kapitel 3.3.2.2).

3.3.2.5 Geothermie (1.B.2.d)

3.3.2.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.d)

Die Quellgruppe 1.B.2.d „Geothermie“ ist keine Hauptkategorie.

Geothermie ist eine regenerative Energieform. Geothermiesysteme, die die Erdwärme bis zu einer Tiefe von 400 Metern nutzen, zählen zur oberflächennahen Geothermie. Systeme der oberflächennahen Geothermie stellen über Wärmepumpen Wärme und Kälte bereit und dienen zur Brauchwassererwärmung. Geothermiesysteme, die die Erdwärme in Tiefen von größer 400 Metern nutzen, zählen zur tiefen Geothermie. Geothermische Heizwerke versorgen Energieverbraucher über Fern- oder Nahwärme-/kältenetze mit Wärme und Kälte, indem der Wärmeinhalt des Thermalwasserstroms direkt genutzt wird. Geothermische Kraftwerke wandeln die Wärme des Thermalwasserstroms technisch in Strom und erzeugen i.d.R. in einem gekoppelten Prozess Strom und Wärme.

Bis Ende 2011 waren 19 Tiefengeothermieranlagen mit einer elektrischen Leistung von 7,31 MW und 176 MW thermischer Leistung in Betrieb, 19 Anlagen mit einer elektrischen Leistung von 43 MW und 119 MW thermischer Leistung befinden sich im Bau und weitere 70 Anlagen mit einer geplanten Kapazität von 89 MW elektrischer Leistung und 352 MW thermischer Leistung sind geplant.

Beim Betrieb der Geothermiekraftwerke und Geothermieheizwerke in Deutschland treten keine Emissionen von klimawirksamen Gasen auf. Der Thermalwasserkreislauf ist geschlossen und wird untertägig und obertägig unter Luftabschluss betrieben, so dass während des Betriebs keine Emissionen auftreten. Selbst eine Freisetzung der im Wärmeträgerfluid gelösten Gase - vor allem H₂, CH₄, CO₂ und H₂S – würde keine berichtenswerte Konzentration erreichen (vgl. „Umwelteffekte einer geothermischen Stromerzeugung, Analyse und Bewertung der klein- und großräumigen Umwelteffekte einer geothermischen Stromerzeugung“, FKZ 205 42 110, Kapitel A.2.3.5). Daher werden die Emissionen mit „NO“ berichtet. Der Eigenstrombedarf aller Geothermieranlagen, größtenteils

Antriebsenergie für Pumpen, wurde im Jahr 2011 mit Strom aus dem Netz gedeckt und wird im Bericht unter den entsprechenden Quellgruppen inventarisiert.

3.3.2.5.2 *Methodische Aspekte (1.B.2.d)*

Das IPCC Reference Manual beschreibt keine Methodik für die Quellgruppe 1.B.2.d „Andere“ (IPCC, 1996b: S. 1.132f)

Emissionsfaktoren für Treibhausgase und Luftschadstoffe, die bei Bohrungen zur Erschließung der oberflächennahen und der tiefen Geothermie entweichen könnten, wurden in Deutschland nicht ermittelt. Wie aus der Exploration von Öl- und Gaslagerstätten bekannt, muss bei Bohrungen stets mit einer Freisetzung von im Untergrund gebundenen Gasen gerechnet werden – dies können H₂, CH₄, CO₂ und H₂S und Rn sein (vgl. „Umwelteffekte einer geothermischen Stromerzeugung Analyse und Bewertung der klein- und großräumigen Umwelteffekte einer geothermischen Stromerzeugung“, FKZ 205 42 110, Kapitel A.2.1.5). Bei Bohrungen für die oberflächennahe Geothermie, sind nur sehr geringe Emissionen zu erwarten. Bei allen geothermischen Tiefenbohrungen werden sogenannte „Blow-out-preventer“ eingesetzt, um einen Gasaustritt zu verhindern. Weiterhin werden mittels Bohrspülungen die ggf. im Bohrloch freigesetzten Gase gezielt in die durchteuften Gesteinsschichten zurückgedrängt.

3.3.2.5.3 *Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.d)*

Erläuterungen zu Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz entfallen.

3.3.2.5.4 *Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und –Verifizierung (1.B.2.d)*

Erläuterungen zu quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung entfallen. Die Verifikation ist zurzeit nicht möglich.

3.3.2.5.5 *Quellenspezifische Rückrechnung (1.B.2.d)*

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.3.2.5.6 *Geplante Verbesserungen (1.B.2.d)*

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4 INDUSTRIEPROZESSE (CRF SEKTOR 2)

4.1 Übersicht (CRF Sektor 2)

Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland, aus Industrieprozessen
(ohne CO₂ aus LULUCF)

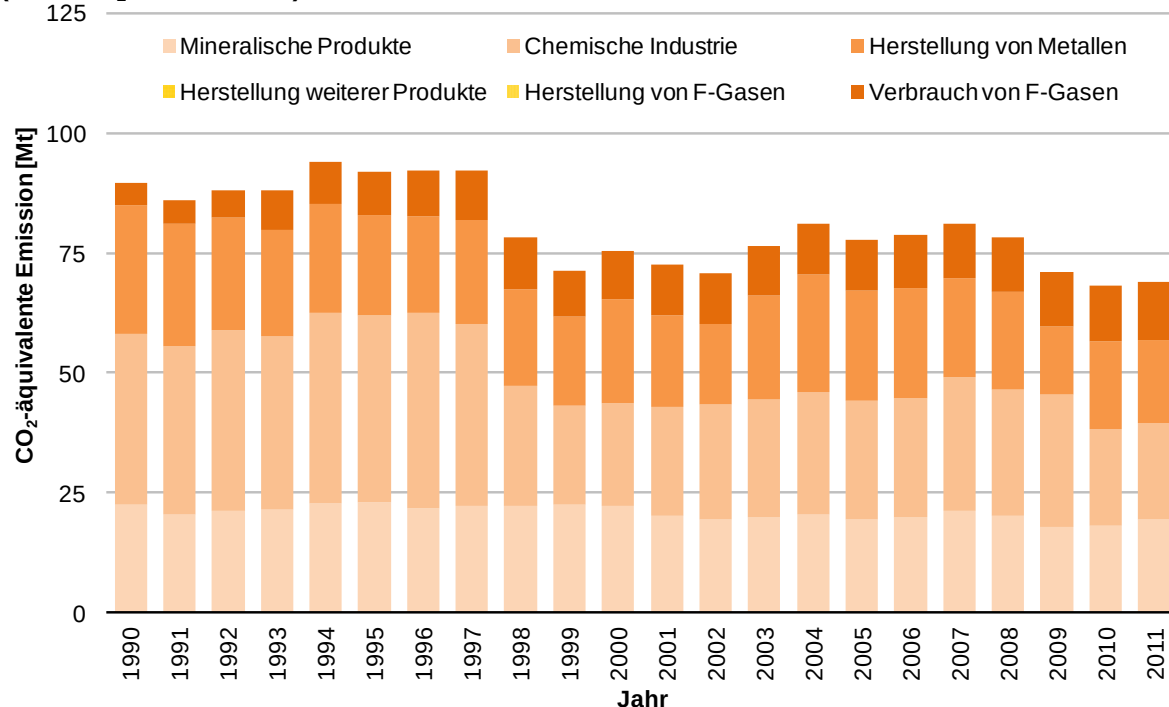


Abbildung 40: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 2

4.2 Mineralische Produkte (2.A)

Die Quellgruppe 2.A Mineralische Produkte ist unterteilt in die Unterpunkte 2.A.1 bis 2.A.7. Dazu gehören:

- die Zementklinkerproduktion (2.A.1),
- das Kalkbrennen (2.A.2),
- die Verwendung von Kalkstein und Dolomit (2.A.3),
- die Sodaproduktion und Sodaverwendung (2.A.4),
- die Verwendung von Bitumen zur Dachdeckung (2.A.5),
- die Straßenasphaltierung (2.A.6) und
- in Andere die Glasherstellung (2.A.7.a) und die Keramikproduktion (2.A.7.b).

4.2.1 Mineralische Produkte: Zement (2.A.1)

4.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.1)

CRF 2.A.1	Gas	HK		1990		2011		Trend
				Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Clinker Production	CO ₂	L	T	15.145,8	(1,24%)	13.130,8	(1,42%)	-13,30%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS	AS	CS
NO _x , SO ₂	CS	AS	CS

Die Quellgruppe *Zement* ist für CO₂-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Die weiteren Ausführungen beziehen sich nur auf die Zementklinkerproduktion, weil die Klinkermahlung als Staubquelle hier nicht relevant ist. Die Zementproduktion ist in Tabelle 112 nur als Bezugsgröße ohne Emissionsrelevanz aufgeführt.

Beim Klinkerbrennprozess werden klimarelevante Gase emittiert. Zum weit überwiegenden Teil ist dies CO₂. Die CO₂-Emissionen aus den Rohmaterialien sind direkt an die Produktionsmengen des Zementklinkers gekoppelt. Laut Verein Deutscher Zementwerke (VDZ, 2011) betrug die Klinkerproduktion im Jahr 2011 24.775 kt³⁶. Die rohstoffbedingten CO₂-Emissionen werden mit einem vom Verein Deutscher Zementwerke (VDZ) aus anlagenspezifischen Daten ermittelten, länderspezifischen Emissionsfaktor von 0,53 t CO₂/t Zementklinker berechnet. Aus der Klinkerproduktion resultiert daher eine rohstoffbedingte CO₂-Emission von 13.131 kt CO₂ im Jahr 2011.

³⁶ Vorläufiger Wert (gerundet).

Tabelle 112: Produktion und CO₂-Emissionen der deutschen Zementindustrie

Jahr	Klinkerproduktion [kt/a]	Emissionsfaktor [t CO ₂ /t]	Rohstoffbedingte CO ₂ -Emissionen [kt/a]	Zementproduktion [kt/a]
1990	28.577		15.146	37.772
1991	25.670		13.605	34.341
1992	26.983		14.301	37.331
1993	27.146		14.387	36.649
1994	28.658		15.189	40.512
1995	29.072		15.408	35.862
1996	27.669		14.664	34.318
1997	28.535		15.124	34.148
1998	29.039		15.391	35.601
1999	29.462		15.615	37.438
2000	28.494	0,53	15.102	35.414
2001	25.227		13.370	32.118
2002	23.954		12.696	31.009
2003	25.233		13.373	32.749
2004	26.281		13.929	31.854
2005	24.379		12.921	31.009
2006	24.921		13.208	33.630
2007	26.992		14.306	33.382
2008	25.366		13.444	33.581
2009	23.232		12.313	30.441
2010	22.996		12.188	29.915
2011	24.775		13.131	33.540

Quelle: BdZ 1995 (bis 1994), VDZ, 2011 (ab 1995)

4.2.1.2 Methodische Aspekte (2.A.1)

Aktivitätsdaten

Die Erhebung der Aktivitätsdaten beruht auf der Summierung einzelbetrieblicher Angaben, bis zum Jahr 1994 auf Basis von Daten des BDZ. Nach einer Optimierung der Datenerhebung innerhalb des Verbandes wurden die Aktivitätsdaten ab 1995 vom VDZ bzw. dessen Forschungsinstitut der Zementindustrie in Düsseldorf durch Umfragen bei den deutschen Zementwerken und aus Angaben des BDZ zusammengestellt. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um die im Rahmen des CO₂-Monitorings veröffentlichten Daten, ergänzt um die Werke, die nicht Mitglieder im BDZ sind (teilweise Schätzung des VDZ).

In Tabelle 112 sind die Aktivitätsdaten für Zementklinker und Zement und die aus der Klinkerproduktion ermittelten rohstoffbedingten CO₂-Emissionen für die Jahre 1990 bis 2010 zusammengefasst.

Emissionsfaktoren

Der für die Emissionsberechnung verwendete Emissionsfaktor von 0,53 t CO₂ / t Zementklinker beruht auf massengewichteten einzelbetrieblichen Angaben, d.h. der Emissionsfaktor wurde vom VDZ durch Aggregation anlagenspezifischer Daten zu den Anteilen von CaO und anderen (in den Rohmaterialien enthaltenen karbonathaltigen) Metalloxiden (MgO) im Klinker bestimmt. Der Emissionsfaktor wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes bestätigt (VdZ, 2009).

Da in der deutschen Zementindustrie der aus dem Abgas abgeschiedene Staub wieder in den Brennprozess zurückgeführt wird, kann die Karbonatfreisetzung aus den

Klinkerrohstoffen direkt aus dem Metalloxyidgehalt des Klinkers bestimmt werden, ohne relevante Verluste über den Abgaspfad berücksichtigen zu müssen.

Der Emissionsfaktor von 0,53 t CO₂ / t Zementklinker wurde für die gesamte Zeitreihe in Ansatz gebracht.

Die rohstoffbedingten CO₂-Emissionen in der Zementindustrie werden entsprechend der IPCC-GPG nach der folgenden Gleichung ermittelt:

$$\text{CO}_2\text{-Emissionen} = \text{Emissionsfaktor (EF}_{\text{Klinker}}) \times \text{Klinkerproduktion}$$

(Tabelle 112 enthält die berechneten CO₂-Emissionen der deutschen Zementindustrie für die berichteten Jahre)

4.2.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.1)

Die Zeitreihenkonsistenz wird für die Aktivitätsdaten durch die langjährige Verbandsdatenerhebung und für den Emissionsfaktor durch den einheitlichen Ansatz für alle Jahre gewährleistet.

Die Ermittlung der angegebenen Unsicherheiten erfolgte durch eine Expertenschätzung gemäß Tier 1 der IPCC-GPG-Vorgaben (2000: Kapitel 6.3, S. 6.12).

Die Angaben zur Klinkerproduktion müssen von den meisten Unternehmen auch im Rahmen des CO₂-Emissionshandels berichtet werden. In den EU-Monitoring-Leitlinien für den Emissionshandel ist eine maximale Genauigkeit von 2,5 % angegeben. Die Unsicherheiten für die verwendeten Aktivitätsdaten wurden daher mit -2,5 % bzw. +2,5 % abgeschätzt.

Die Unsicherheit des verwendeten Emissionsfaktors wurde auf +/- 2 % geschätzt. Dies wurde durch die Erhebungen im Rahmen eines Forschungsprojektes bestätigt (VdZ, 2009).

4.2.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.1)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Zur Qualitätssicherung wurden alle verwendeten Daten des BDZ, des VDZ sowie Vergleichsangaben aus der Literatur auf Plausibilität geprüft. Der ermittelte Emissionsfaktor für die rohstoffbedingten CO₂-Emissionen wurde mit denen anderer Länder verglichen. Die geringe Abweichung (< 5 %) vom IPCC-Tier-1-Default-Faktor des IPCC Reference Manuals von 0,5071 t CO₂ / t Klinker (IPCC 1996b: Kapitel 2.3.2, S. 2.6) ergibt sich aus dem zum Teil höheren Kalkgehalt des deutschen Klinkers (64 % bis 67 % CaO) sowie einem im Default-Wert nicht berücksichtigten MgO-Gehalt von durchschnittlich 1,5 %. Das Verfahren entspricht der Tier 2-Methode der IPCC-GPG (IPCC, 2000) und wird genauer als die Verwendung von Default-Emissionsfaktoren eingeschätzt.

Der verwendete Emissionsfaktor weicht nur geringfügig (1 %) von dem im Vollzug des ETS in Deutschland verwendeten Emissionsfaktor ab, der dort einer behördlichen Kontrolle und betrieblichen Nachweispflichten unterliegt. Es liegen bisher keine Berechnungen für den Emissionsfaktor vor dem Jahre 2000 vor, der einheitliche Ansatz für alle Jahre stellt eine Expertenschätzung dar.

4.2.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.1)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.2.1.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.1)

Es sind keine quellgruppenspezifischen Verbesserungen geplant.

4.2.2 Mineralische Produkte: Kalk (2.A.2)**4.2.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.2)**

CRF 2.A.2	Gas	HK	1990		2011		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Limestone and Dolomite	CO ₂	L	-/T2	5.867,6 (0,48%)	4.926,6 (0,53%)		-16,04%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS	AS	D
NO _x , SO ₂	CS	AS	CS

Die Quellgruppe *Kalk* ist für CO₂-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe.

Die Aussagen zur Quellgruppe 2.A.2 beziehen sich ausschließlich auf die in deutschen Kalkwerken produzierten Branntkalk- und Dolomitskalkmengen. Informationen zu anderen kalkproduzierenden und kalksteinverwendenden Branchen sind Gegenstand des Kapitels 4.2.3 (CRF 2.A.3), um die internationale Vergleichbarkeit des Kapitels 4.2.2 (CRF 2.A.2) zu erhalten.

Die Kalkproduktion unterliegt aufgrund der Anwendungsbreite der Produkte traditionell weniger konjunkturellen Schwankungen als die Herstellung anderer mineralischer Produkte wie z.B. Zement. Die Schwankungen seit dem Ende der 90er Jahre waren mit Ausnahme des Jahres 2009 vergleichsweise gering. Gegenüber dem Jahr 2008 ist die Produktion im Jahr 2009 aus konjunkturellen Gründen um mehr als 20 % gesunken. Aufgrund einer konjunkturellen Erholung ist die Produktion im Jahr 2011 auf etwas mehr als 6,2 Mio. t gestiegen; sie liegt dennoch immer noch etwa 8 % unterhalb der Produktionsmenge des Jahres 2008.

Tabelle 113: Produktion und CO₂-Emissionen der deutschen Kalkindustrie (nach Rekalkulation – s. 4.2.2.5)

Jahr	Kalk		Dolomitkalk	
	Produktion [t]	CO ₂ -Emissionen [Mio. t]	Produktion [t]	CO ₂ -Emissionen [Mio. t]
1990	7.180.057	5,355	591.595	0,513
1991	6.347.938	4,734	593.321	0,515
1992	6.434.344	4,798	575.955	0,500
1993	6.718.472	5,010	516.470	0,448
1994	7.365.100	5,493	505.995	0,439
1995	7.461.872	5,565	545.026	0,473
1996	6.881.431	5,132	545.575	0,473
1997	6.975.146	5,202	531.268	0,461
1998	6.666.164	4,971	558.373	0,484
1999	6.681.273	4,983	481.123	0,417
2000	6.856.478	5,113	525.522	0,456
2001	6.534.447	4,873	512.527	0,445
2002	6.462.040	4,819	516.271	0,448
2003	6.599.930	4,922	436.887	0,379
2004	6.561.720	4,893	459.679	0,399
2005	6.407.324	4,778	464.345	0,403
2006	6.515.915	4,859	462.533	0,401
2007	6.738.764	5,025	459.405	0,398
2008	6.733.805	5,022	455.066	0,395
2009	5.393.103	4,022	335.013	0,291
2010	6.004.296	4,478	335.077	0,291
2011	6.206.546	4,629	343.610	0,298

Quelle: Eigene Hochrechnung auf Basis von BV KALK, 2011

Die Dolomitkalkproduktion weist bei deutlich kleinerer Produktionsmenge im Wesentlichen ähnliche Schwankungen auf. Allerdings war die Produktion in den Jahren 2003 bis 2008 wesentlich geringer als noch 2002 und den Jahren davor (Rückgang in 2003 um etwa 15 %). Beim Vergleich der Jahre 1990 (Basisjahr) und 2008 ist die Produktion um etwa 23 % gesunken. Zwischen 1990 und 2009 um 43 % (Produktionsrückgang aus wirtschaftlichen Gründen in 2009 um mehr als 26 % ist trotz einer Produktionssteigerung auch in 2011 nicht ausgeglichen worden).

Da die CO₂-Emissionen und die Kalk- bzw. die Dolomitkalkproduktion bei konstantem Emissionsfaktor linear voneinander abhängen, gelten die vorhergehenden Aussagen für die CO₂-Emissionen entsprechend.

4.2.2.2 Methodische Aspekte (2.A.2)

Beim Brennen von Kalkstein oder Dolomit wird CO₂ freigesetzt, das mit dem Abgas an die Atmosphäre abgegeben wird. Die Höhe der Emissionen ergibt sich aus dem Produkt der Produktmenge (Kalk oder Dolomitkalk) und dem entsprechenden Emissionsfaktor.

Emissionsfaktoren

Für die Berechnung der CO₂-Emissionen werden seit diesem Jahr folgende Faktoren verwendet:

EF _{Kalk}	0,746 t CO ₂ /t Kalk (stöchiometrisch 0,785 * Oxidanteil 0,95)
EF _{Dolomitkalk}	0,867 t CO ₂ /t Dolomitkalk (stöchiometrisch 0,913 * Oxidanteil 0,95)

Dabei wird angenommen, dass der Kalk zu 95 % aus CaO bzw. der Dolomitkalk zu 95 % aus CaO • MgO besteht und 5 % der Gesamtmasse auf nicht CO₂-relevante Verunreinigungen

entfallen. Diese Herangehensweise entspricht den Vorgaben der *IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories* (IPCC2000, Kapitel3.1.2, Table 3.4) und wird seit der EU-internen Inventarüberprüfung aus dem Jahre 2012 entsprechend des Prüfberichts umgesetzt (Umweltbundesamt GmbH, 2012).

Aktivitätsdaten

Die Produktionszahlen werden über die gesamte Zeitreihe vom BV Kalk e.V., dem deutschen Industrieverband der Kalkindustrie, anlagenbezogen erhoben und für die Berichterstattung zur Verfügung gestellt. Die Produktionsmenge von Werken, die nicht über die Verbandsstatistik des BV Kalk erfasst werden, wird auf der Basis vorliegender Informationen (z.B. Betreiberangaben, veröffentlichte Daten aus dem Emissionshandel) abgeschätzt und zur Angabe des BV Kalk addiert. Somit wird sichergestellt, dass die deutsche Kalkproduktion vollständig erfasst wird.

4.2.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.2)

In den EU-Monitoring-Leitlinien für den Emissionshandel wird eine Genauigkeit der Aktivitätsraten von 2,5 % gefordert. Da die Angaben des BV Kalk zur Kalkproduktion auf den Angaben der Betreiber im Rahmen des CO₂-Emissionshandels beruhen und der Anteil der nicht in den Verbandszahlen erfassten Werke (und nachträglich geschätzten Werke) gering ist, wurden die **Unsicherheiten** für die verwendeten **Aktivitätsraten** mit -2,5 % bzw. +2,5 % abgeschätzt. Dies gilt für Branntkalk und Dolomitmalk gleichermaßen.

Die Unsicherheiten für die verwendeten Emissionsfaktoren für Branntkalk wurden mit -11 % bzw. +5 % abgeschätzt. Die Unsicherheiten für die verwendeten Emissionsfaktoren für Dolomitmalk wurden mit -30 % bzw. +2 % abgeschätzt.

4.2.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.2)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Die Erfassung der Produktionsmengen über den BV Kalk erfolgt auf mehreren möglichen Wegen parallel und ist daher ausreichend qualitätsgesichert (Tier 2).

Die Emissionen und erhobenen Produktionsmengen wurden mit Erkenntnissen aus dem Emissionshandel und mit den Daten aus der nationalen Statistik verglichen. Die verwendeten IPCC-Default-Faktoren sind für die landesspezifische Methode geeignet.

4.2.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.2)

Es wurden quellspezifische Rückrechnungen bei den Emissionsfaktoren für die gesamte Zeitreihe durchgeführt, die zu 5 % niedrigeren CO₂-Emissionen führen. Die neuen Emissionsfaktoren entsprechen den Default-Faktoren der IPCC-Guidelines und berücksichtigen Verunreinigungen des Rohmaterials von 5 %.

	Emissionsfaktor (alt)	Emissionsfaktor (neu)
Kalk	0,785 t CO ₂ /t _{Branntkalk}	0,746 t CO ₂ /t _{Branntkalk}
Dolomitmalk	0,913 t CO ₂ /t _{Dolomitmalk}	0,867 t CO ₂ /t _{Dolomitmalk}

4.2.2.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.2)

Es sind keine quellgruppenspezifischen Verbesserungen geplant.

4.2.3 Mineralische Produkte: Verwendung von Kalkstein und Dolomit (2.A.3)**4.2.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.3)**

CRF 2.A.3	Gas	HK	1990		2011		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
IE	CO ₂	-	-	IE	IE	IE	IE

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂		IE	

Emissionen dieser Quellgruppe werden zurzeit nicht gesondert berichtet, sondern werden in den Quellgruppen berichtet, in denen Kalkstein und Dolomit verwendet wird. Zur Vereinfachung wird bis auf erläuterungsbedürftige Ausnahmen von Kalkstein gesprochen, auch wenn die Summe von Kalkstein und Dolomit betroffen ist.

In dieser Quellgruppe werden die gesamte Produktion und Verwendung von Kalkstein und Dolomit bilanziell betrachtet und Abgleiche mit den Quellgruppen des Inventars vorgenommen (s. Tabelle 114). Die „Kalksteinbilanz“ stellt inhaltlich eine Stoffstromanalyse in Form von Mengenbilanzen dar, die sich zu Zeitreihen zusammenfügen lassen. Diese methodische Erarbeitung erfolgte in einem Forschungsprojekt unter Einbeziehung der gesamten UBA-Expertise (UBA 2006). Im Jahre 2010 erfolgte eine Aktualisierung dieser Bilanz bis zum Letzt verfügbaren Datenjahr für den vollständigen Datensatz in 2008. Diese Bilanzevaluierung zeigte Probleme bei der Datenverfügbarkeit auf, wobei sich auch Lösungen ableiten ließen und die Auswirkungen der alternativen Verwendung der IPCC Guidelines 1996 und 2006 aufgezeigt wurden. Das Kurzgutachten, das gemeinsam von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und dem Umweltbundesamt erarbeitet wurde, beinhaltet vollständig rekalkulierte Zeitreihen für die Kalksteinverwendung (UBA 2010).

Tabelle 114: Kalksteinbilanz für die Verwendung von Kalkstein in Bereichen mit und ohne Emissionsrelevanz an Kohlendioxid

Kalksteinverwendung in Deutschland in Mio. Tonnen					
[Mio. t]	1990	1995	2000	2008	CRF-Verweis
Aufkommen					
Gewinnung im Inland (Statistikwechsel 1994/ 1995)	110,500	76,790	95,100	91,659	2.A.3
Einfuhr	1,299	2,275	3,301	5,214	2.A.3
Ausfuhr	0,201	0,389	0,278	1,367	2.A.3
Summe Aufkommen	111,598	78,676	98,123	95,506	2.A.3
Verwendung					
Zementindustrie	34,203	35,131	34,522	29,601	2.A.1
Kalkindustrie	13,733	14,143	13,031	12,319	2.A.2
Sodaherstellung	2,275	1,831	1,706	1,745	2.A.4.a
Glasherstellung	0,700	0,890	0,970	0,902	2.A.7.a
Sinter (Aufbereitung der Eisenerze)	4,681	4,600	4,273	4,541	2.C.1
Roheisen (Hochofen)	0,756	0,751	0,924	0,790	2.C.1
Zuckerherstellung (Kalköfen)	0,686	0,784	0,796	0,655	2.D.2
Entschwefelung Kraftwerke	1,362	1,401	2,580	2,303	1.A.1.a
Land- u. Forstwirtschaft	2,437	3,233	3,469	3,410	LULUCF
Wasser- u. Schlammbehandlung	0,051	0,062	0,047	0,226	NE
Übrige Bereiche (wie Baugewerbe, übrige Baustoffindustrie und Chemie usw.)	50,716	15,851	35,804	39,014	NE
Summe Verwendung	111,598	78,676	98,123	95,506	2.A.3
Nebenbilanz (Kalkstein im Rohstoff enthalten)					
Keramikherstellung					
- Herstellung von Ziegeln	1,028	1,384	1,190	0,751	2.A.7.b

Quelle: Zusammenstellung des UBA aus UBA 2006 (Tab. 3-23, direkt <http://www.uba.de/uba-info-medien/3102.html>) und UBA 2010 (Tab. 1-2), ohne Aktualisierung gegenüber Studien - zuletzt verfügbar waren Daten für das Jahr 2008

Die emissionsrelevanten Nutzungen von Kalkstein in der Zement- und Kalkherstellung sind mengenmäßig zusammen ähnlich bedeutsam wie die nicht emissionsrelevanten sogenannten übrigen Bereiche. Dabei weisen die emissionsrelevanten Nutzungen bei gleichbleibender Größenordnung einen gering fallenden Trend auf.

Für den Überblick sind in folgender Tabelle die im Inventar errechneten CO₂-Emissionen dargestellt, die teilweise nicht den CRF-Tabellen separat entnommen werden können (2.C.1, 1.A.1.a) und auch nicht als Summe in den CRF-Tabellen zu finden sind:

Tabelle 115: CO₂-Emissionen aus der Verwendung von Kalkstein (Überblick 2.A.3)

[Mio. t]	1990	1995	2000	2010	2011	CRF-Verweis
Zementindustrie	15,1	15,4	15,1	12,2	13,1	2.A.1
Kalkindustrie	5,9	6,0	5,6	4,8	4,9	2.A.2
Glasherstellung	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	2.A.7.a
Herstellung von Ziegeln	0,5	0,6	0,5	0,3	0,3	2.A.7.b
Eisen- und Stahlindustrie	2,4	2,4	2,3	2,1	1,9	2.C.1, aggregiert
Entschwefelung Kraftwerke	0,6	0,7	1,1	1,0	1,0	1.A.1.a, aggregiert
Land- u. Forstwirtschaft	1,3	1,6	2,1	1,7	1,8	LULUCF
Summe aus Kalkstein-Verwendung	26,5	27,5	27,5	22,8	23,9	

Quelle: Zusammenstellung des UBA aus den verschiedenen Quellkategorien

4.2.3.2 Methodische Aspekte (2.A.3)

Die Bilanzrechnung soll der Übersicht des nationalen Kalksteineinsatzes dienen (Aktivitätsdaten). Die Emissionsberechnungen erfolgen in den Quellgruppen, in denen CO₂-Emissionen aus der Kalksteinverwendung resultieren:

- 1.A.1.a Rauchgasentschwefelung von Kraftwerken (Kalksteinzugabe)
- 2.A.1 Zementklinkerherstellung (Kalksteinanteil in den Rohstoffen)
- 2.A.2 Kalkherstellung (Kalksteineinsatz)
- 2.A.7.a Glasherstellung (Kalksteinanteil in den Rohstoffen)
- 2.A.7.b Keramik – Ziegelproduktion (Kalksteinanteil in den Rohstoffen)
- 2.C.1 Eisen- und Stahlherstellung (Kalksteinzugabe für Roheisen und Sinter)
- 5.B+5.G Land- und forstwirtschaftliche Bodenkalkung (LULUCF)

Es gibt weitere Branchen, in denen Kalkstein eingesetzt wird, die hier nicht genannt sind. Dabei handelt es sich entweder um Öfen zum Kalkbrennen, die bei der Datenzusammenstellung unter 2.A.2 subsummiert sind oder die keine direkten Emissionen nach sich ziehen, z.B. bei der Soda- und Zuckerherstellung³⁷. Bis auf die Ausnahme der Herstellung keramischer Produkte sind alle verwendeten Kalksteinmengen Teil des ermittelten Aufkommens und lassen sich somit aus der Kalksteinbilanz ableiten.

Trotz der Konsistenz der Kalksteinbilanz sind die resultierenden CO₂-Emissionen fachlich geeigneter und präziser in Quellgruppen mit Branchenfokus zu berechnen. Beispielhaft kann der natürliche Kalksteinanteil in den Rohstoffen bei der Ziegelherstellung abgeschätzt werden. Dieser wird quellgruppenspezifisch unter 2.A.7.b neben den emissionsverursachenden Porosierungsmitteln berücksichtigt. Bei der Glasindustrie wird ebenfalls quellgruppenspezifisch unter 2.A.7.a weit mehr als die Kalksteinverwendung einbezogen, z.B. die Verwendung von Soda und weiterer Karbonate.

Daraus ergibt sich, dass die Daten in den jeweils relevanten Quellgruppen aktualisiert werden (Aufstellung siehe oben), wobei auch die methodischen Aspekte in den jeweiligen Quellgruppenkapiteln erläutert werden (siehe Kapitel 19.1.2.3, 4.2.1, 4.2.2, 4.2.7, 4.2.8, 4.4.1, 7.3.4.5).

Um keine Doppelzählungen mit anderen Quellgruppen zu verursachen und um die Vergleichbarkeit mit zukünftigen Inventaren entsprechend der IPCC GL 2006 herzustellen, werden keine CO₂ – Emissionen für die Darstellung in CRF-Tabellen aggregiert. Dazu siehe auch folgenden Vergleich:

Bezug zu den IPCC Guidelines

Die noch nicht geltenden, aber methodisch weiter entwickelten IPCC Guidelines 2006 (GL 2006) fordern Emissionsberechnungen aus dem Einsatz von Kalkstein und weiteren Karbonaten in den Quellgruppen, in denen die Verwendung erfolgt. Bei der Gesamtbetrachtung nach GL 2006 werden alle emissionsrelevanten Bilanzposten an geeigneter

³⁷ Dabei ist der Prozess des Brennens von Kalkstein zur Gewinnung von CO₂ gemeint, welches dann in Reinigungsprozessen rekarbonisiert. Die CO₂-Emissionen fallen erst bei der Kalkausbringung in der Landwirtschaft an (Carbokalk), was unter CRF 4 und 5 berichtet wird.

Stelle berechnet und berichtet. Eine gesonderte Ausweisung als Kalksteinnutzung neben den kategoriespezifischen Berechnungen ist hier nicht mehr notwendig³⁸.

Wenn dagegen in der CRF-Kategorie 2.A.3 streng den Regeln der IPCC Guidelines 1996 (GL 1996) gefolgt wird und alle explizit geforderten Kalksteinnutzungen dargestellt sowie deren Emissionen berechnet und summiert werden, entsteht ein verzerrtes Bild der Bedeutung der Emissionen aus der Kalksteinnutzung. Bei der Aktualisierung der Kalksteinbilanz wurde das auch hinsichtlich der unterschiedlichen Möglichkeit untersucht, die Einsatzmengen an Kalkstein herzuleiten. Ohne die Beachtung quellgruppenspezifischer Besonderheiten könnten unter 2.A.3 nur Bilanzposten auf Basis statistischer Angaben aggregiert werden. In den Quellgruppen lässt sich dagegen bedarfsbezogen berechnen, was an Kalkstein eingesetzt wird, wobei diese Mengen nicht transparent verrechnet werden können.

Tabelle 116: Gegenüberstellung der nach GL 1996 emissionsrelevanten Bilanzposten (Berichtskategorie 2.A.3) für das Jahr 2008 aus Modellrechnungen spezifischer Kennzahlen („aus Kennzahlen“) und aus statistischen Angaben („statistisch“)

	CO ₂	2.A.3 ³⁹	aus Kennzahlen	statistisch
Bilanzposten				
(Kalksteinverwendung, in Mio. Tonnen Kalkstein)				
1.A.1.a Rauchgasentschwefelung (REA) in GFA	x	x	2,303	1,745
2.A.7.a Glasherstellung (Summe)	x	x	0,902	0,356
2.A.7.b Keramikherstellung (Externe "Nebenbilanz")	x	x	0,751	0,000
2.C.1 Eisen- und Stahlherstellung	x	x	5,331	3,437
CO₂-Emissionen aus Kalkstein in Mio. Tonnen				
(vereinfacht auch Dolomit mitgerechnet)	x	x	4,1 (CO₂)	2,4 (CO₂)

Quelle: Berechnung UBA, Tabelle 3 aus UBA 2010

Die hier dargestellten vergleichenden Emissionen finden sich nicht aggregiert in den CRF-Tabellen zu 2.A.3 und sind nicht in aggregierter Form Teil der Hauptkategorienbestimmung. Die quellgruppenspezifisch berechneten Emissionen sind aber Teil der genannten Quellgruppen und dort bereits bei der Hauptkategorienbestimmung erfasst⁴⁰.

4.2.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.3)

Angaben zu den Unsicherheiten der Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren der relevanten Kalksteinverwendungen werden in den jeweiligen Quellgruppenkapiteln gemacht.

4.2.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.3)

Eine Qualitätskontrolle und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden in denjenigen Quellgruppen durchgeführt, in die die Quellgruppe 2.A.3 gemäß IPCC Guidelines aufgeteilt wurde.

Die Aktivitätsdaten und die Emissionsfaktoren der relevanten Kalksteinverwendungen werden in den jeweiligen Quellgruppen verifiziert und aktualisiert.

³⁸ Es gibt weiterhin eine separate Position „2A4 Other Process Uses of Carbonates“, die aber aus Sicht der deutschen Emissionsinventare keine Anwendung finden würde.

³⁹ IPCC 1996

⁴⁰ Dabei sind die Kalksteinverwendung unter 1.A.1.a und unter 2.C.1 Teil ermittelter Hauptquellgruppen nach Tier 1.

Die Datenerhebungen aus dem Forschungsprojekt Kalksteinbilanz sowie die Aktualisierung von BGR und UBA lassen keine weiteren Inventarlücken vermuten und werden deshalb als ausreichend betrachtet.

In den Inventarüberprüfungen 2010 und 2011 wurde intensiv über die Allokation der Kalksteinverwendungen diskutiert, ohne dass daraus Inventaränderungen bezüglich der Emissionshöhe (adjustments) abgeleitet wurden.

4.2.3.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.3)

Die Rekalkulationen einzelner Bilanzposten werden in den Quellgruppen erläutert, in denen der Kalksteineinsatz relevant ist. Für diese Berichterstattung erfolgten geringfügige Rekalkulationen nur im Bereich des Kalkbrennens für die gesamte Zeitreihe (Kapitel 4.2.2.5).

4.2.3.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.3)

Momentan sind keine Verbesserungen und keine jährlichen Aktualisierungen der Kalksteinbilanz geplant.

4.2.4 Mineralische Produkte: Sodaherstellung und -nutzung (2.A.4)

4.2.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.4)

CRF 2.A.4	Gas	HK	1990		2010		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
soda ash use	CO ₂	-	-	426,7 (0.04%)	361,6 (0.04%)	-15,27%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS	NS	CS/D

Die Quellgruppe Soda ist keine Hauptkategorie.

Soda wird in Deutschland nur auf chemischem Weg hergestellt. Es gibt 3 Produktionsanlagen, die alle den Solvay-Prozess⁴¹ einsetzen. Bezüglich des eingesetzten Kalciumkarbonats ist dieser Prozess CO₂-neutral, da das Kohlendioxid aus dem Kalkstein im Produkt Soda (Na₂CO₃) eingebunden wird und erst in der Anwendung gegebenenfalls freigesetzt wird.

Im Kalzinierungsschritt wird allerdings zusätzlich Koks eingesetzt, so dass weitere Kohlendioxidemissionen entstehen. Es wird von einer Menge von rund 100 kg Koks pro t Soda ausgegangen, die in einem Forschungsvorhaben im Rahmen der BVT-Merkblätterstellung ermittelt wurde (UBA, 2001). Das entspricht einer Menge von rund 380 kg CO₂ / t Soda, die allerdings nicht an dieser Stelle sondern unter den energiebedingten Emissionen berichtet wird.

Das Produkt Soda wird in der Industrie für die verschiedensten Anwendungen eingesetzt. Die wichtigsten Einsatzfelder sind die Glasindustrie, die Herstellung von Wasch- und Reinigungsmitteln und die chemische Industrie. Es wird davon ausgegangen, dass der im Soda enthaltene Kohlenstoff unabhängig von der Nutzungsart früher oder später als CO₂ in die Luft freigesetzt wird.

⁴¹ Ammoniak-Soda-Verfahren nach Ernst Solvay

Emissionen, die sich nur aus der Nutzung von Soda ergeben, stehen in einem festen Verhältnis zu den berechneten Verwendungsmengen (siehe methodische Aspekte im Folgenden):

Tabelle 117: Aktivitätsraten und nutzungsbedingte CO₂-Emissionen außerhalb der Glasindustrie seit 1990

Jahr	Aktivitätsrate [t]	CO ₂ -Emissionen [kt]
1990	1.028.243	426,7
1991	833.285	345,8
1992	674.159	279,8
1993	669.874	278,0
1994	784.273	325,5
1995	615.403	255,4
1996	616.105	255,7
1997	693.994	288,0
1998	745.031	309,2
1999	708.245	293,9
2000	724.926	300,8
2001	763.405	316,8
2002	725.483	301,1
2003	774.433	321,4
2004	741.587	307,8
2005	753.075	312,5
2006	754.603	313,2
2007	858.694	356,4
2008	842.691	349,7
2009	752.530	312,3
2010	845.126	350,7
2011	871.228	361,6

Quelle: Berechnungen des UBA

4.2.4.2 Methodische Aspekte (2.A.4)

Aktivitätsdaten

Die Gesamtsumme an in Deutschland produziertem Soda wird vom *Statistischen Bundesamt* erhoben. Von 1995 bis 2008 wurde aus den Kategorien *leichtes Soda* (Produktionsnummer 2413 33 103 Dinatriumcarbonat in Pulverform mit einer Schüttdichte von weniger als 700 g/l) und *schweres Soda* (Produktionsnummer 2413 33 109 Anderes Dinatriumcarbonat) die Summe gebildet. Seit 2009 werden leichtes und schweres Soda in einer Position (Meldenummer 2013 43 100) zusammengefasst dargestellt. Es wird nur der „zum Absatz bestimmte“ Teil berücksichtigt. Auf diese Weise wird eine Doppelzählung vermieden, da schweres Soda aus leichtem Soda hergestellt wird.

Seit der Inventarüberprüfung 2010 werden die verwendeten Sodamengen ermittelt, die nicht in anderen Quellgruppen für Emissionsberechnungen berücksichtigt werden. Dabei handelt es sich um eine Berechnung, die auf die höchst mögliche Emission aus der Nutzung von Soda abzielt. Die Gesamtsumme des in Deutschland genutzten Sodas wird über eine Bilanzierung (Produktionsmenge plus Import abzüglich Export) ermittelt. Die Im- und Exportmengen werden der Außenhandelsstatistik vom Statistischen Bundesamt entnommen (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2011). Die Emissionen aus der Verwendung von Soda in der Glasindustrie werden bereits unter der Quellgruppe 2.A.7.a (Glasindustrie) quellspezifisch berücksichtigt. Die dort eingesetzten Mengen an Soda werden aus der

Zusammensetzung der Glasarten errechnet und bei der hier relevanten Sodanutzung abgezogen.

Da es nur zwei Hersteller in Deutschland gibt, müssen diese neu strukturierten Daten vertraulich behandelt werden. Lediglich die Produktionsmengen vom Statistischen Bundesamt bis 2008 sind weiterhin veröffentlicht.

Emissionsfaktor

Da die Produktion nach dem Solvay-Verfahren bezüglich CO₂ neutral ist, wird für die Produktion ein Emissionsfaktor von 0 angesetzt.

Die beim Brennen des Kalks eingesetzte Menge an Koks ist bereits in der Energiebilanz berücksichtigt, ohne dort bezüglich ihrer CO₂-Emissionen separat ausgewiesen zu werden.

Für die Anwendung von Soda beträgt der Emissionsfaktor stöchiometrisch 415 kg CO₂ pro Tonne Soda unter der Annahme, dass eine vollständige Freisetzung erfolgt (konservativer Ansatz). Der Emissionsfaktor entspricht den IPCC-Vorgaben (IPCC, 1996b).

4.2.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.4)

Aktivitätsdaten

Unsicherheiten bestehen bezüglich der vom Statistischen Bundesamt angegebenen Produktionsmengen, da z. B. die Relation von leichtem und schwerem Soda insbesondere in den ersten Jahren der getrennten Angaben stark schwankt.

Die Berechnungen der relevanten Mengen an genutztem Soda weisen höhere Unsicherheiten auf (maximal -50%/+50%), weil zu den statistischen Schwankungsbreiten auch Berechnungsannahmen hinzukommen.

Emissionsfaktor

Da der Emissionsfaktor für die Produktion von Soda begründet Null ist, besteht keine Unsicherheit. Der Emissionsfaktor für die Verwendung von Soda weist kleine, begründete Unsicherheiten im Bereich von Produktreinheit und Vollständigkeit des chemischen Umsatzes auf.

4.2.4.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.4)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden für den Bereich „Herstellung von Soda/Natriumcarbonat“ durchgeführt.

Der IEF der gesamten Zeitreihe für die Herstellung von Soda entspricht den IEFs der anderen Länder, die auch das Solvay-Verfahren anwenden. Angaben aus dem für die Sodaherstellung in 2013 beginnenden Emissionshandel liegen für Vergleichszwecke noch nicht vor.

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte für den Bereich „Verwendung von Soda/Natriumcarbonat“ keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Die Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle. Daten wurden fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

Momentan lassen sich die verwendeten Sodamengen, die nicht der Glasindustrie zuzuordnen sind, nicht quantitativ verifizieren. Sie stellen aber als konservative Schätzung keine Unterschätzung des Inventars dar. Qualitativ stehen die Berechnungsergebnisse den stichprobenartig bekannten Absatzzahlen der Sodahersteller nicht entgegen.

4.2.4.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.4)

Rückrechnungen für die Jahre ab 2007 wurden auf Grund korrigierter Berechnungen zum Sodaeinsatz in der Glasindustrie erforderlich. Dabei erhöhten sich die hier berichteten Sodamengen und die damit verbundenen Emissionen geringfügig.

4.2.4.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.4)

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

4.2.5 Mineralische Produkte: Verwendung von Bitumen zur Dachdeckung (2.A.5)

CRF 2.A.5	Gas	HK	1990 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	2011 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Trend
		-	-		
Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren		
NMVOC	T1	AS	CS		

Die Quellgruppe *Verwendung von Bitumen zur Dachdeckung* weist nach derzeitigem Kenntnisstand keine Emissionen an Treibhausgasen auf und ist somit keine Hauptkategorie.

4.2.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.5)

Die Verwendung von Bitumen umfasst die Herstellung und Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen.

Im Jahr 2011 wurden in Deutschland ca. 181 Mio. m² Dach- und Dichtungsbahnen produziert und ca. 155 Mio. m² verwendet (Exportüberschuss). Bei der Herstellung wird flüssiges Bitumen bei Temperaturen von 150°C bis 220°C als Tränk- oder Deckmasse verarbeitet. Der Prozess ist mit Emissionen an organischen Stoffen verbunden (hier als NMVOC zusammen gefasst).

Die Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen erfolgt in Heiß- und Kaltverfahren. Beim Heißverfahren, dem Bahnenschweißen, treten relevante Emissionen an organischen Stoffen auf. Die Emissionsentwicklung wird hauptsächlich von der Entwicklung der Produktionsmenge an Polymerbitumenbahnen bestimmt. Die Verwendung von lösemittelhaltigen Voranstrichen wird hier nicht berücksichtigt, sondern erfolgt im Lösemittelmodell, siehe Kapitel 5.2.

Die Emissionen aus der Herstellung der Dach- und Dichtungsbahnen gehen bei sinkenden Produktionsmengen leicht zurück. Die Emissionen aus der Verlegung der Dach- und Dichtungsbahnen bleiben bei sinkenden Verwendungsmengen etwa gleich.

Andere Substanzen als NMVOC haben nur eine untergeordnete Emissionsrelevanz.

4.2.5.2 Methodische Aspekte (2.A.5)

Die Daten zur Produktionsmenge und Anwendungsmenge (**Aktivitätsrate**) an Dach- und Dichtungsbahnen stellt auf Basis einer Kooperationsvereinbarung aus dem Jahre 2009 der Verband der Dachbahnenindustrie zur Verfügung (VDD, 2012). Momentan finden keine Datenergänzungen oder Hochrechnungen statt. Für eine international vergleichbare Angabe werden jedoch die Produktionsmengen in die Menge an eingesetztem Bitumen umgerechnet (je nach Bahnenart zwischen 1,3 und 3,3 Bitumen kg/m²).

Es werden wegen der dominierenden Emissionsrelevanz nur die Emissionen an NMVOC betrachtet und im Emissionsinventar berücksichtigt und dabei zwischen Emissionen aus der Herstellung und Emissionen aus der Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen unterschieden.

Der **Emissionsfaktor** für die Herstellung der Dach- und Dichtungsbahnen stammt aus einer Berechnung auf Basis des Standes der Technik deutscher Hersteller (VDD, 2009). Der Emissionsfaktor für die Verlegung von Polymerbitumenbahnen ist einer Ökobilanz entnommen (IKP, 1996). Für Bahnen, die überwiegend mit Heißbitumen verklebt werden, wurde dieser Emissionsfaktor in Analogie übernommen. Dünne Bahnen werden nicht verklebt, sondern genagelt und weisen keine Emissionen auf. Wegen der zunehmenden Bedeutung der Polymerbitumenbahnen steigt der implizite Emissionsfaktor für die Quellgruppe leicht an.

Die Berechnung der NMVOC-Emissionen entspricht einer Tier-1-Methode, da keine detaillierten Daten vorliegen.

Tabelle 118: Herstellung und Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen mit Bitumen und dazugehörige AR und EF

	Produzierte oder verarbeitete Fläche in 2011 [Mio. m ²]	EF/ IEF [kg/ m ²]
Herstellung von Dach- und Dichtungsbahnen mit Bitumen	181	NMVOC 0,00035795
Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen mit Bitumen	155	NMVOC 0,000027 – 0,000038

4.2.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.5)

Angaben zur Unsicherheit der Daten des vdd wurden zwischen vdd und Umweltbundesamt abgestimmt. Die Gesamtunsicherheit der Aktivitätsdaten von Herstellung und Verlegung wird auf einen Wert von circa +/-1 % geschätzt. Daraus ergibt sich für den errechneten Bitumenverbrauch der Gesamtproduktion eine höhere Unsicherheit von circa +/-2,5 %.

Die kumulierten Emissionsfaktoren werden für die Produktion und Verlegung der Dach- und Dichtungsbahnen auf circa +/-5 % geschätzt.

4.2.5.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.5)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung wurden durch die Nationale Koordinierungsstelle durchgeführt.

Die Ermittlung der Aktivitätsraten wird als plausibel eingeschätzt. Die Emissionsfaktoren stehen im Einklang mit Erkenntnissen aus Forschungsprojekten des UBA und sind plausibel. Vor allem wird die Gültigkeit der Emissionsfaktoren damit begründet, dass hier keine

Emissionen aus dem Einsatz lösemittelhaltiger Anstriche zu berücksichtigen sind (erfolgt im Lösemittelmodell, siehe oben).

4.2.5.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.5)

Es waren keine Rekalkulationen notwendig.

4.2.5.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.5)

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

4.2.6 Mineralische Produkte: Straßenasphaltierung (2.A.6)

CRF 2.A.6	Gas	HK	1990	2011	Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	
			-	-	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO	T1	AS	IE
NO _x , NMVOC, SO ₂	T1	AS	CS

Die Quellgruppe Straßenasphaltierung weist nach derzeitigem Kenntnisstand keine Emissionen an Treibhausgasen auf und ist somit keine Hauptkategorie.

4.2.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.6)

Aktuell werden in den Berichtstabellen Produktionsmengen von Asphaltmischgut und die Emissionen an NMVOC, NO_x und SO₂ berichtet.

Im Jahr 2011 wurden in Deutschland ca. 50 Mio. t Asphalt (DAV, 2012) in ca. 660 Asphaltmischanlagen produziert. Das Produkt wird vornehmlich im Straßenbau eingesetzt und steht in direkter Konkurrenz zu hydraulisch gebundenen Betonstraßen. Nach einem deutlichen Anstieg der Produktion im Jahr 1991 nahm die produzierte Menge seit 2000 ab.

Die Emissionsentwicklung wird hauptsächlich von der Entwicklung der Produktionsmenge bestimmt. Die Produktionsmenge stieg im Jahr 2011 um 5 Mio. t an, was aber noch nicht den Produktionsrückgang aus 2010 kompensiert.

4.2.6.2 Methodische Aspekte (2.A.6)

Für den Brennstoffeinsatz existiert in der Quellgruppe 1.A.2 kein gesondertes Berechnungsverfahren. Die eingesetzten Brennstoffe sind aber über die Auswertung der Energiebilanz berücksichtigt und mit entsprechenden Emissionsfaktoren gekoppelt.

Die Produktionsmenge (**Aktivitätsrate**) an Asphaltmischgut wurde den Mitteilungen vom Deutschen Asphaltverband (DAV) entnommen.

Die Ermittlung der **Emissionsfaktoren** erfolgte länderspezifisch nach Tier 2. Zur Bestimmung der Emissionsfaktoren anderer Substanzen als CO₂ wurde auf Emissionsmessdaten von über 400 Asphaltmischanlagen im Messzeitraum 1989 bis 2000 zurückgegriffen. Der größte Teil der Emissionen entsteht beim Trocknen der Mineralstoffe. NMVOC-Emissionen stammen nahezu vollständig aus den organischen Rohstoffen und

werden v.a. im Paralleltrommelbetrieb und sowie aus dem Mischer und im Verladebereich freigesetzt. NO_x und SO₂ stammen durchschnittlich zu etwa 50 % aus den mineralischen Einsatzstoffen (anteilige Prozessemission). CO entsteht überwiegend bei unvollständigen Verbrennungsvorgängen. Die Emissionen an CO werden ausschließlich beim Brennstoffeinsatz berechnet.

Tabelle 119: Emissionsfaktoren bei der Herstellung Asphaltmischgut

	NO _x	NM VOC	SO ₂
EF [kg/ t]	0,015	0,030	0,030

Es werden nur die Emissionen bei der Herstellung von Asphalt berichtet. Angaben über die Emissionen beim Einbau des Asphalts sind noch nicht ausreichend geprüft.

4.2.6.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.6)

Wie die umfangreichen Messdaten zeigen, liegen die Emissionen in einem vergleichsweise engen Bereich. Aufgrund der Anzahl der Messdaten lassen sich sehr verlässliche Mittelwerte bilden. Lediglich die Aufteilung der Emissionsmengen in brennstoff- und prozessbedingte Emissionen ist mit größeren Unsicherheiten behaftet.

Die Ermittlung der Produktionsmengen kann als sehr genau betrachtet werden, da es sich um ein verkaufsfertiges Produkt handelt und die Mengen von den Betreibern an den DAV übermittelt werden.

4.2.6.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.6)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung wurden durch die Nationale Koordinierungsstelle durchgeführt.

Die länderspezifischen Emissionsfaktoren unterliegen einer Evaluierung in einem Forschungsprojekt.

4.2.6.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.6)

Es waren keine quellspezifischen Rückrechnungen notwendig.

4.2.6.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.6)

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

4.2.7 Mineralische Produkte: Glas (2.A.7.a Glas)

CRF 2.A.7.a Glas	Gas	HK	1990		2011		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Glass Products	CO ₂	-	-	695,6 (0,06%)	741,3 (0,08%)	6,57%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS	AS	CS
NO _x , NMVOC, SO ₂	CS	AS	CS

Die Quellgruppe *Mineralische Produkte: Glas* ist keine Hauptkategorie.

4.2.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.7.a Glas)

Die Glasindustrie in Deutschland stellt eine große Vielfalt an Gläsern her, die durch voneinander abweichende chemische Zusammensetzungen charakterisiert sind. In Deutschland finden sich folgende Sektoren innerhalb der Glasbranche: Behälterglas, Flachglas, Kristall- und Wirtschaftsglas, Spezialglas sowie Mineralfasern (Glas- und Steinwolle). Die prozentual höchste Produktion wird in den Sektoren Behälterglas (ca. 54 % der Gesamtglasproduktion 2011) und Flachglas (ca. 27 % der Gesamtglasproduktion 2011) erreicht, die zusammen 81 % der Gesamtglasproduktion ausmachen (BV Glas, 2012).

Es kommen zahlreiche Primär- und Sekundärrohstoffe zum Einsatz. Es wird dabei zwischen natürlichen und synthetischen Rohstoffen sowie den in kleinen Mengen verwendeten Zuschlagstoffen (Läutermittel, Färbe- und Entfärbemittel) unterschieden. Die wichtigsten natürlichen Rohstoffe sind Sand, Kalkstein, Dolomit, Feldspat und Eruptivgesteine. Der für die Herstellung von Massengläsern wie Flach- und Hohlglas wichtigste synthetische Rohstoff ist Soda (siehe auch 4.2.4.1). Glasscherben (Fremd- und Eigenscherben) stellen einen wichtigen Sekundärrohstoff dar.

Das aus Primär- und Sekundärrohstoffen homogen gemischte Glasgemenge wird bei Temperaturen zwischen 1450 °C und 1650 °C geschmolzen. Die hier betrachteten prozessbedingten CO₂ Emissionen entweichen während des Schmelzvorganges im Ofen aus den Karbonaten der Rohstoffe. Bei der Neutralisation von HF, HCL und SO₂ in den Abgasen mit Hilfe von Kalkstein oder anderen Karbonaten fallen ebenfalls CO₂-Emissionen an, jedoch in geringem Umfang. Diese werden hier aus diesem Grund nicht betrachtet.

Die folgende Tabelle zeigt die Trendverläufe der Aktivitätsraten, prozessbedingten CO₂-Emissionen und die sich über alle Glasarten ergebenden impliziten Emissionsfaktoren seit 1990.

Tabelle 120: Aktivitätsraten und prozessbedingte CO₂-Emissionen seit 1990

Jahr	Aktivitätsrate [t]	prozessbedingte CO₂-Emissionen [t]	IEF über alle Glasarten [t CO₂/ t Glas]
1990	6.561.849	695.617	0,106
1991	7.202.807	733.252	0,102
1992	7.228.752	718.117	0,099
1993	7.074.837	684.797	0,097
1994	7.760.000	651.580	0,084
1995	7.621.300	774.525	0,102
1996	7.519.600	750.079	0,100
1997	7.392.000	717.713	0,097
1998	7.314.000	694.763	0,095
1999	7.442.239	703.752	0,095
2000	7.505.000	731.039	0,097
2001	7.293.000	733.511	0,101
2002	7.084.000	690.484	0,097
2003	7.205.720	694.407	0,096
2004	7.088.900	696.613	0,098
2005	6.948.400	705.910	0,102
2006	7.285.600	734.991	0,101
2007	7.535.300	718.592	0,095
2008	7.513.900	714.384	0,095
2009	6.784.100	639.224	0,094
2010	7.163.600	708.597	0,099
2011	7.475.800	742.286	0,099

Es ist zu erkennen, dass der Emissionsverlauf dem Trend der Aktivitätsraten weitgehend folgt. In den impliziten Emissionsfaktoren lässt sich ablesen, dass es aber keine starre Korrelation ist, sondern Abweichungen dazu auftreten. Ursache dafür sind die jährlichen Schwankungen bei der Produktionsmenge einzelner Glassorten und bei den Scherbeneinsätzen, was nachvollziehbar und rechnerisch einwandfrei ist.

4.2.7.2 Methodische Aspekte (2.A.7.a Glas)

Die zurzeit gültige *IPCC Good Practice Guidance* (2000) enthält keine Vorschläge oder Hinweise zur Berechnung der prozessbedingten CO₂-Emissionen für die Glasindustrie. In Anlehnung an die allgemeinen Hinweise der *IPCC Good Practice Guidance* musste daher eine eigene Methodik entwickelt werden. Eine ausführliche Methodendiskussion enthält der NIR 2007 (Kapitel 4.1.7.2, Seite 251ff).

Für die Berechnung der CO₂-Emissionen (wesentlicher Schadstoff) kommt eine Tier-2-Methode zur Anwendung, weil die Aktivitätsraten mit spezifischen Emissionsfaktoren gekoppelt werden (entsprechend Karbonatgehalten). Es werden die folgenden Karbonate als hauptsächliche Quelle für die CO₂-Bildung während des Schmelzvorgangs betrachtet: Kalziumkarbonat (CaCO₃), Soda/Natriumkarbonat (Na₂CO₃), Magnesiumkarbonat (MgCO₃) und Bariumkarbonat (BaCO₃). Hier werden die CO₂-Emissionen berichtet, Hinweise zu den Rohstoffeinsatzmengen sind für Kalkstein unter 2.A.3 (siehe 4.2.3) und für Soda unter 2.A.4 (siehe 4.2.4) zu finden.

Die Produktionszahlen (**Aktivitätsraten**) werden den regelmäßig erscheinenden Jahresberichten des Bundesverbandes Glasindustrie entnommen (BV Glas, 2012). Die Produktion bezieht sich auf die Masse an produziertem Glas, die der Masse an geschmolzenem Glas gleich gesetzt wird. Die Weiterverarbeitung und Veredlung des Glases bzw. der Glasgegenstände werden nicht betrachtet.

Für das Jahr 2011 wurden folgende Aktivitätsraten ermittelt:

Tabelle 121: Glas: Aktivitätsraten der einzelnen Branchensektoren (Glassorten)

Branchensektor	Aktivitätsrate 2011 [1.000 t]
Behälterglas	4.065,5
Flachglas	2.000,1
Wirtschaftsglas	148,3
Spezialglas	341,7
Glasfasern und -wolle	320,8
Steinwolle	599,3

Quelle: BV Glas, 2012

Es werden folgende branchenspezifische Scherbenanteile angenommen:

Tabelle 122: Scherbenanteil der einzelnen Glassorten

Branchensektor	Scherbenanteil [%] des Rohstoffeinsatzes
Behälterglas	59 – 65(jährlich variabel)
Flachglas	35 (gesamte Zeitreihe)
Wirtschaftsglas	20 (gesamte Zeitreihe)
Spezialglas	30 (gesamte Zeitreihe)
Glasfasern und -wolle	40 (gesamte Zeitreihe)
Steinwolle	40 (gesamte Zeitreihe)

Quelle: HVG, 2008

Bei Behälterglas ist der Scherbenanteil nur für die alten Bundesländer ab 1990 und für Deutschland ab 1995 bekannt. Für die neuen Bundesländer liegen für die Zeit zwischen 1990 und 1994 keine Daten vor, daher wurde anhand der durchschnittlichen Anteile der verschiedenen Glassektoren an der Gesamtproduktion ein durchschnittlicher Scherbeneinsatz angenommen. Im Jahr 2007 wurde die Gesellschaft für Glasrecycling und Abfallvermeidung mbH (GGA) kartellrechtlich verboten, so dass ab dem Jahr 2007 keine gesicherten Daten zum Scherbeneinsatz mehr aus dieser Quelle vorliegen, sondern vorerst mit Hilfe der Daten aus den Mengenerhebungen zur Verpackungs-Verordnung und Daten zur Abfallentsorgung des Statistischen Bundesamtes abgeglichen werden konnten (STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 19 Reihe 1, Tabelle 1.2). Der BV Glas stellte nunmehr Daten zu Scherbeneinsätzen in der Behälterglasindustrie ab 2007 zur Verfügung, die aus Verbandserhebungen stammen. Die Quoten beinhalten den Einsatz von Fremd- und Eigenscherven, jedoch nur aus dem Herkunftsbereich Behälterglas. Flachglasscherben, die zu einem sehr geringen Teil auch in der Behälterglasproduktion eingesetzt werden, sind nicht enthalten.

Da die während des Schmelzvorgangs entstehenden Abgase sowie die verbrennungsbedingten Abgase als gesammelter Abgasvolumenstrom abgeführt werden, können für die in der deutschen Glasindustrie emittierten Mengen an CO₂ keine Messergebnisse verwendet werden. Es wird daher ein Berechnungsverfahren angewandt, das auf Basis der Gewichtsanteile der oben erwähnten Karbonate sowie dem Einsatz von Scherven in der Behälter- und Flachglasindustrie beruht. Die Angaben zur chemischen Zusammensetzung der verschiedenen in Deutschland produzierten Glassorten stammen aus der VDI-Richtlinie 2578 (VDI, 1999) sowie dem ATV-DVWK-Merkblatt 374 (ATV, 2004).

Die Vorgehensweise bei der Ermittlung der **Emissionsfaktoren** für die einzelnen Glasoxide und der Emissionen ist detailliert im NIR 2007 (Kapitel 4.1.7.2, S. 251ff) beschrieben.

Für die Branchensektoren wurden folgende Emissionsfaktoren errechnet, die bei wechselndem Scherbeneinsatz jährlich schwanken (Spannenangabe):

Tabelle 123: CO₂-Emissionsfaktoren für verschiedene Glassorten (berechnet im Vergleich mit Angaben des CORINAIR-Handbuchs)

Glassorte	berechneter Emissionsfaktor [kg CO ₂ / t _{geschmolzenes Glas}] - stöchiometrisch/ inkl. Scherbeneinsatz -			Default-Emissionsfaktoren [kg CO ₂ / t _{geschmolzenes Glas}] - laut CORINAIR -		
Behälterglas	193	/	49 - 86	171	-	229
Flachglas	208	/	135		210	
Wirtschaftsglas	120	/	96		-	
Spezialglas	113	/	79	0	-	178
Glasfasern	198	/	119	0	-	470
Steinwolle	299	/	179	238	-	527
unspezifiziert	174	/	139		-	

4.2.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.7.a Glas)

Die Produktionsdaten stammen aus der verbandsinternen Statistik des BV Glas. Dieser vertritt nahezu alle Behälter- und Flachglashersteller Deutschlands, damit sind die Daten dieser Branchensektoren sehr genau und es wurde eine Unsicherheit von 5 % angesetzt. Alle anderen Glassektoren vertritt der Verband nicht vollständig und kann daher keine Vollständigkeit garantieren. Daher wird von einer Unsicherheit von 10 % ausgegangen. Bis

ca. 2002 hat der BV Glas ebenfalls die Daten mit den Daten des *Statistischen Bundesamtes* abgeglichen.

Die Unsicherheit bei den Scherbenangaben für Behälterglas liegt in der üblichen Spannbreite statistischer Erfassung. Für die neuen Bundesländer wurde eine Unsicherheit von 20 % angenommen, weil keine statistische Erhebung sondern nur eine Schätzung vorliegt. Die Nutzung von Daten aus verbandsinternen Erhebungen zum Scherbeneinsatz ab 2007 erhöht die Unsicherheiten. Dazu zählt der Fakt, dass nur betriebsinterne Scherben und externe Behälterglasscherben erfasst werden, aber nicht die Mengen an Flachglas, die eventuell in der Behälterglasproduktion eingesetzt werden. .

Die Angaben zum Scherbeneinsatz bei allen anderen Glasarten hingegen sind deutlich ungenauer, da dort nur Schätzungen vorliegen. Es wurde daher eine Unsicherheit von 20 % angesetzt. Diese Unsicherheit wird auch für Behälterglas ab dem Jahr 2007 angenommen.

Für die CO₂-Emissionsfaktoren wurde für alle Branchensektoren eine Unsicherheit von 10 % angegeben.

4.2.7.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.7.a Glas)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Die errechneten Emissionsfaktoren wurden mit mehreren Quellen verglichen, u.a. mit dem CORINAIR-Handbuch sowie dem Emissionsfaktoren-Handbuch „Emissionserklärung 2004 Baden-Württemberg“ (UMEG 2004). Die errechneten Emissionsfaktoren können danach als zutreffend eingeschätzt werden. Darüber hinaus wurde der IEF mit dem folgender Länder verglichen, die ebenfalls die Sodanutzung nicht separat sondern in die Glasherstellung integriert berichten: Österreich (0,10), Italien (0,11) und Niederlande (0,13). Diese Werte sind mit dem deutschen IEF für die Glasindustrie (0,1) vergleichbar.

Die berechneten Emissionen wurden ebenfalls mit den ETS-Daten in Deutschland abgeglichen. Dabei konnte ein weiterer Prüfbedarf ermittelt werden, weil im Rahmen des Emissionshandels geringfügig mehr Kohlendioxidemissionen berichtet werden als sich über die hier beschriebenen Inventarmethoden errechnen lässt. Allerdings sind in den ETS-Daten auch die Emissionen enthalten, die bei der Wasserglasproduktion entstehen. Zieht man diese Emissionen von den ETS-Daten ab, bleibt nur noch eine sehr geringe Differenz, die innerhalb der Unsicherheit der Emissionsfaktoren liegt. Die Tatsache, dass in der Inventarberechnung keine Wasserglasproduktion enthalten ist, stellt keine Fehlstelle dar. Sämtliche relevanten Sodaeinsatzmengen, somit auch die der Wasserglasproduktion, sind unter 2.A.4.b (Kapitel 4.2.4) berücksichtigt.

Die Angaben zur chemischen Zusammensetzung der einzelnen Glassorten werden in diesem Zusammenhang weiterhin als richtig angesehen. Erheblichen Einfluss hat aber die Rate des Scherbeneinsatzes, für die die Datenlage unzureichend ist (siehe Kapitel 4.2.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.7.a Glas)).

4.2.7.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.7.a Glas)

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

4.2.7.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.7.a Glas)

Derzeit sind Überprüfungen einzelner Angaben zum Scherbeneinsatz geplant, die ggf. zu Verbesserungen und geringen Anpassungen in der Emissionshöhe führen.

4.2.8 Mineralische Produkte: Keramik (2.A.7.b Keramik)

CRF 2.A.7.b Keramik	Gas	HK	1990		2011		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Bricks and Tiles	CO ₂	-	-	531.1 (0.04%)	338.3 (0.04%)	-36.31%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS	NS	CS
NO _x , NMVOC, SO ₂	CS	NS	CS

Die Quellgruppe *Mineralische Produkte: Keramik* ist keine Hauptkategorie.

4.2.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.7.b Keramik)

Die prozessbedingten Emissionen aus der Keramikindustrie stammen aus folgenden Unterquellgruppen:

1. „Herstellung von keramischen Erzeugnissen“: Diese Zeitreihe gibt die Produktionsmenge der gesamten keramischen Industrie in Deutschland an. Über diese Aktivitätsdaten werden die Nicht-CO₂-Emissionen der gesamten keramischen Industrie berechnet. Prozessbedingte CO₂-Emissionen werden dagegen nur für die Teilmengen „Dachziegel“ und „Mauerziegel“ berechnet (s.u.).
2. „Herstellung von Ziegeln (CO₂)“, Produkt „Dachziegel“: Die Produktionsmenge an Dachziegeln ist eine Teilmenge der o.g. Aktivitätsrate der gesamten keramischen Industrie. Sie wird nur für die Berechnung prozessbedingter CO₂-Emissionen verwendet (Berücksichtigung der Anteile an Kalkstein und organischen Verunreinigungen).
3. „Herstellung von Ziegeln (CO₂)“, Produkt „Mauerziegel“: Die Produktionsmenge an Mauerziegeln ist ebenfalls eine Teilmenge der o.g. Aktivitätsrate der gesamten keramischen Industrie. Auch sie wird nur für die Berechnung prozessbedingter CO₂-Emissionen verwendet (neben Kalksteinanteilen und organischen Verunreinigungen in den Rohstoffen auch Berücksichtigung von Porosierungsmitteln).

Tabelle 124: Aktivitätsraten und prozessbedingte CO₂-Emissionen der keramischen Industrie (CRF 2.A.7.b) (gerundet)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
							[kt]				
Keramische Erzeugnisse	21595	20772	22769	24534	30458	24730	22663	22939	22798	22395	21199
davon:											

Mauerziegel	16524	15691	17302	18827	23925	18827	16965	17298	17048	16591	15383
Dachziegel	1758	1946	2216	2349	2611	2466	2598	2521	2658	2849	2924
Prozessbedingte CO ₂ -Emissionen											
Mauerziegel	481	457	503	548	696	548	494	503	496	483	448
Dachziegel	50	56	63	67	75	71	74	72	76	81	84
Gesamt	531	512	567	615	771	618	568	575	572	564	531
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	[kt]										
Keramische Erzeugnisse	18003	16500	16443	16796	14643	16019	16035	13867	12866	12653	13860
davon:											
Mauerziegel	12771	11686	11631	11697	9881	10883	10885	9302	9058	8463	9377
Dachziegel	2642	2381	2383	2601	2485	2648	2618	2254	1919	2179	2286
Prozessbedingte CO ₂ -Emissionen											
Mauerziegel	372	340	338	340	288	316	317	271	264	246	273
Dachziegel	76	68	68	74	71	76	75	64	55	62	65
Gesamt	447	408	407	415	359	392	392	335	319	308	338

4.2.8.2 Methodische Aspekte (2.A.7.b Keramik)

Die IPCC Good Practice Guidance enthält keine Vorschläge oder Hinweise zur Berechnung der prozessbedingten CO₂-Emissionen für die Keramikindustrie.

Für die Berechnung der CO₂-Emissionen kommt eine Tier-1-Methode zur Anwendung, weil keine detaillierten Daten vorliegen und diese Quellgruppe keine Hauptkategorie ist.

Aktivitätsdaten

Die tatsächliche Produktionsentwicklung der Ziegelindustrie als Massenangabe ist mit der amtlichen Statistik nur eingeschränkt ermittelbar, da diese die Herstellung von Mauerziegeln in Kubikmetern und von Dachziegeln in Stückzahlen bemisst. Eine Ermittlung der produzierten Massen ist nur über Umrechnungsfaktoren möglich. Als Umrechnungsfaktoren für Mauer- und Dachziegel wurden Erfahrungswerte des Bundesverbandes der Ziegelindustrie verwendet.

Emissionsfaktoren

Die prozessbedingten CO₂-Emissionen stammen aus dem Rohstoff für die Herstellung von Dach- und Mauerziegeln (i.d.R. lokal vorhandene Lehme und Tone, die unterschiedliche Anteile an CaCO₃ (Kalkstein) sowie z.T. organische Verunreinigungen enthalten). Unter Verwendung von Hinweisen des Bundesverbandes der Ziegelindustrie wird für prozessbedingte CO₂-Emissionen aus CaCO₃ und organischen Verunreinigungen im Rohmaterial ein Emissionsfaktor von 28,6 kg/t_{Produkt} angenommen; das entspricht einem mittleren CaCO₃-Anteil von 65 kg/t im Rohmehl.

Etwa die Hälfte der Mauerziegelproduktion in Deutschland machen poröse Hintermauerziegel aus. Zu deren Herstellung werden dem Rohmaterial organische Porosierungsmittel beigemischt, die beim Brennen der Ziegel verbrennen und so gezielt Hohlräume hinterlassen. Als Porosierungsmittel kommen vorwiegend erneuerbare Ressourcen (z.B. Schlämme aus der Papierindustrie, Ablaugen aus der Zellstoffgewinnung), in geringen Mengen aber auch nicht erneuerbare Stoffe (vor allem Polystyrol) zum Einsatz. Die resultierenden CO₂-Emissionen sind gegenüber denen aus dem Kalksteinanteil minimal, werden aber über einen geringfügig höheren CO₂-Emissionsfaktor für Mauerziegel (29,1 kg CO₂/t Mauerziegel gegenüber 28,6 kg CO₂/t Dachziegel) im Inventar berücksichtigt.

Die ermittelten Aktivitätsraten sowie die resultierenden CO₂-Emissionen sind Tabelle 124 zu entnehmen. Die prozessbedingten CO₂-Emissionen dieser Subquellgruppe sind mit deutlich unter einer Million Tonnen Kohlendioxid nicht besonders hervorzuheben.

4.2.8.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.7.b Keramik)

Die Unsicherheit der drei Aktivitätsraten wird wegen der erforderlichen Umrechnung von Flächen- und Volumenangaben auf produzierte Massen auf +/- 20 % geschätzt; andere Unsicherheitsfaktoren fallen dagegen nicht ins Gewicht.

Die Unsicherheiten der verwendeten **CO₂-Emissionsfaktoren** für die Mauer- und Dachziegelproduktion werden maßgeblich durch die Unsicherheit in Bezug auf den CaCO₃-Gehalt der Rohstoffe bestimmt (+/- 30 %).

Zeitreihenkonsistenz ist für die Aktivitätsraten zur Dachziegel- und zur Mauerziegelproduktion und für die damit verknüpften CO₂-Emissionsfaktoren gegeben. Es gibt über die Zeitreihe vereinzelt Änderungen hinsichtlich der Verfügbarkeit statistischer Angaben zu einzelnen Produktarten, die aber nur etwa 1 % der produzierten Ziegelmenge und weniger als 0,5 % der gesamten keramischen Produktion ausmachen.

Die **Aktivitätsrate** zur gesamten keramischen Produktion enthält einen Methodenbruch aufgrund einer wesentlichen Änderung der verfügbaren statistischen Daten. So waren für Mauer- und Dachziegel bis 1994 Angaben in 1000 t verfügbar, ab 1995 nur in 1000 m³ oder 1000 Stück. Im NIR 2007 wurden die Auswirkungen detailliert erläutert, wobei für die CO₂-Emissionen dieser Methodenbruch irrelevant ist.

4.2.8.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.7.b Keramik)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Die Daten aus dem Treibhausgas-Emissionshandel können nicht direkt mit den Emissionen aus dem Nationalen Inventar verglichen werden, weil aufgrund von Anlagenschwellenwerten im Rahmen des Emissionshandels nur für einen Teil der Keramikindustrie – auch nur für einen Teil der Ziegel- und Dachziegelproduzenten – Daten vorliegen.

4.2.8.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.7.b Keramik)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.2.8.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.7.b Keramik)

Es sind keine quellgruppenspezifischen Verbesserungen geplant.

4.3 Chemische Industrie (2.B)

Die Quellgruppe 2.B ist unterteilt in die Unterpunkte 2.B.1 bis 2.B.5. Hierzu gehören die Ammoniakproduktion (2.B.1), die Salpetersäureproduktion (2.B.2), die Adipinsäureproduktion (2.B.3) und die Carbidproduktion (2.B.4).

Darüber hinaus werden unter *Andere* (2.B.5) die Emissionen der Rußproduktion und des Katalysatorabbrandes in Raffinerien berichtet. Aus der Produktion von Düngemitteln,

organischen Produkten, Titandioxid sowie Schwefelsäure werden nur Vorläufersubstanzen berichtet.

4.3.1 Chemische Industrie: Ammoniakproduktion (2.B.1)

4.3.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.1)

CRF 2.B.1	Gas		HK	1990		2011		Trend
				Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Ammonia Production	CO ₂	L	T	5.745,0	(0,47%)	7.450,0	(0,80%)	29,68%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	Tier 3	PS	PS
NO _x			D

Die Quellgruppe *Chemische Industrie: Ammoniakproduktion* ist für CO₂-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Die Herstellung von Ammoniak erfolgt auf Basis von Wasserstoff und Stickstoff unter Bildung von CO₂ nach dem Haber-Bosch-Verfahren. Wasserstoff wird in einem hochintegrierten Verfahren in einem *Steam-Reforming*-Prozess aus Synthesegas meist auf der Basis von Erdgas gewonnen, Stickstoff wird durch Luftzerlegung bereitgestellt.

Die verschiedenen Anlagenarten zur Herstellung von Ammoniak können aufgrund des hochintegrierten Charakters des Verfahrens nicht in einzelne Aggregate unterteilt und als Verfahrensteile getrennt voneinander verglichen werden. Beim *Steam Reforming* werden folgende Verfahren unterschieden:

- ACP - *Advanced Conventional Process* (weiterentwickeltes konventionelles Verfahren) mit einem befeuerten Primär-Reformer und sekundärer Reformierung mit Luftüberschuss (stöchiometrisches H/N-Verhältnis)
- RPR - *Reduced Primary Reformer Process* (Reduzierte primäre Reformierung) unter milden Bedingungen in einem befeuerten Primär-Reformer und sekundärer Spaltung mit Luftüberschuss (unterstöchiometrisches H/N-Verhältnis)
- HPR - *Heat Exchange Primary Reformer Process* (Primäre Reformierung mit Wärmeaustausch) autothermische Spaltung mit Wärmeaustausch unter Einsatz eines mit Prozessgas beheizten Dampfreformers (Wärmeaustausch-Reformer) und eines separaten Sekundärreformers oder eines kombinierten autothermischen Reformers und Verwendung von Überschussluft oder angereicherter Luft (unterstöchiometrisches oder stöchiometrisches H/N-Verhältnis).

Weiterhin ist folgendes Verfahren im Einsatz:

- Partielle Oxidation - Vergasung von Fraktionen schweren Mineralöls oder Vakuumreststoffen bei der Herstellung von Synthesegas.

In Deutschland wird an fünf Standorten Ammoniak produziert. Dabei werden sowohl der *Steam-Reforming*-Prozess als auch die partielle Oxidation verwendet.

Der Produktionsrückgang um mehr als 15 % (entspricht einer Menge von knapp 300 kt) im ersten Jahr nach der Wiedervereinigung beruhte auf einer Marktbereinigung, die zu über 2/3 zu Lasten der neuen Bundesländer ging. In den Folgejahren bis 1994 blieb das

Produktionsniveau nahezu konstant. Der Grund für den Wiederzuwachs ab 1995 auf das Niveau von 1990 konnte nicht geklärt werden, er könnte aber darauf zurückzuführen sein, dass in den neuen Bundesländern nach umfangreichen Modernisierungsarbeiten die Produktionsprozesse wieder aufgenommen wurden. Nach 1995 unterliegt das Produktionsniveau nur kleineren Schwankungen. Der Produktionsrückgang 2009 um fast 8 Prozent war bedingt durch die globale Wirtschaftskrise. Der erhöhte IEF ist im Vergleich zu anderen Ländern höher, da in Deutschland neben Erdgas auch Schweröl eingesetzt wird. Schweröl erzeugt aber deutlich höhere CO₂-Emissionen als Erdgas.

4.3.1.2 Methodische Aspekte (2.B.1)

Entsprechend der Einstufung als Hauptkategorie für die CO₂-Emissionen werden die Emissionsdaten aus dieser Quellgruppe seit der Berichterstattung 2010 nach Tier 3 erhoben und berichtet. Die Grundlage dazu bildet eine Kooperationsvereinbarung mit den Betreibern zur Lieferung anlagenspezifischer Daten.

Die Betreiber übersenden ihre Daten an den Industrieverband Agrar (IVA). Dort werden diese nach einer Qualitätssicherung aus Vertraulichkeitsgründen aggregiert und dann in dieser Form dem Umweltbundesamt übermittelt.

Die Anlagenbetreiber melden an den IVA:

- die produzierte Menge Ammoniak (**Aktivitätsdaten**),
- die Menge des jeweils eingesetzten Rohstoffes (Erdgas, schweres Mineralöl) abzüglich des in der Energiebilanz gemeldeten energetisch genutzten Brennstoffes (TFR_i),
- dessen C-Faktor (CCF_i) und Kohlenstoffoxidationsfaktor (COF_i),
- die Menge des weiterverarbeiteten CO₂ (R_{CO2}),

Nach der Qualitätssicherung aggregiert der IVA die Daten und übermittelt an das UBA die Aktivitätsrate, die Menge des weiterverarbeiteten CO₂ und die prozessbedingten CO₂-Emissionen.

CO₂-Emissionen:

Die CO₂-Emissionen werden entsprechend der Gleichung 3.3 in den IPCC-Guidelines 2006 vom IVA berechnet:

$$E_{CO_2} = \sum (TFR_i * CCF_i * COF_i * 44/12)$$

Die rückgewonnene Menge an CO₂, die bei anderen Produktionsprozessen wie z.B. zur Harnstoff-Produktion eingesetzt wird, ist in den berichteten Emissionen enthalten.

Emissionsfaktor für NO_x:

Für den Emissionsfaktor von NO_x wurde der Default-Emissionsfaktor des *CORINAIR Guidebooks* von 1 kg/t NH₃ verwendet (EMEP EEA Emission Inventory Guidebook, TFEIP-endorsed draft, May 2009).

4.3.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.1)

Die von den Betreibern übermittelten Unsicherheiten werden vom IVA entsprechend der Gleichung 6.3 in IPCC GPAUM aggregiert und an das UBA übermittelt.

Die Unsicherheit für die Aktivitätsrate beträgt $\pm 0,6\%$. Die Unsicherheit für die Emissionen beträgt $\pm 1\%$.

4.3.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.1)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

4.3.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.B.1)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.3.1.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.B.1)

Da ab Berichtsrunde 2010 entsprechend den IPCC-Guidelines anlagenspezifisch nach Tier 3 berichtet wird sind keine weiteren Verbesserungen geplant.

4.3.2 Chemische Industrie: Salpetersäureproduktion (2.B.2)

4.3.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.2)

CRF 2.B.2	Gas	HK	1990		2011		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Nitric Acid Production	N ₂ O	-	-	3.384.4 (0.28%)	2.935.6 (0.32%)	-13.26%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
N ₂ O	Tier 3	PS	PS
HFC, PFC, SF ₆	NA	NA	NA
NO _x			D

Die Quellgruppe *Chemische Industrie: Salpetersäureproduktion* ist keine Hauptkategorie.

Bei der Produktion von Salpetersäure entsteht in einer Nebenreaktion Distickstoffoxid. In Deutschland gibt es derzeit insgesamt sieben Anlagen zur Herstellung von Salpetersäure.

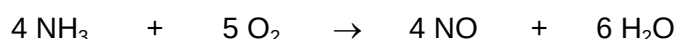
Die Herstellung von HNO₃ erfolgt in zwei Verfahrensschritten:

- **Oxidation** von NH₃ zu NO und
- **Umwandlung** von NO in NO₂ und **Absorption** in H₂O.

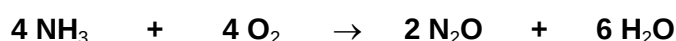
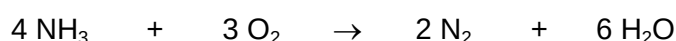
Einzelheiten des Verfahrens werden nachstehend beschrieben:

Katalytische Oxidation von Ammoniak

Ein Ammoniak-Luft-Gemisch im Verhältnis von 1:9 wird in Gegenwart eines mit Rhodium und/oder Palladium legierten Platin-Katalysators bei einer Temperatur zwischen 800 und 950 °C oxidiert. Die entsprechende Reaktion nach dem Ostwald-Verfahren ist wie folgt:



Gleichzeit werden durch folgende unerwünschte Nebenreaktionen Stickstoff, Distickstoffoxid und Wasser gebildet:



Alle drei Oxidationsreaktionen sind exotherm. Die Wärme kann zurückgewonnen werden und zur Erzeugung von Dampf für den Prozess bzw. zur Abgabe an andere Betriebe und/oder zur Vorwärmung der Restgase genutzt werden. Das Reaktionswasser wird während der Abkühlung der Reaktionsgase in einem Kühlkondensator kondensiert und in die Absorptionssäule überführt.

4.3.2.2 Methodische Aspekte (2.B.2)

Die Salpetersäureproduktion wird entsprechend den IPCC-Guidelines seit der Berichtsrunde 2010 anlagenspezifisch nach Tier 3 berichtet. Die Grundlage dazu bildet eine Kooperationsvereinbarung mit den Betreibern zur Lieferung anlagenspezifischer Daten.

Die Betreiber von sechs Anlagen übersenden ihre Daten an den Industrieverband Agrar (IVA).

Die Anlagenbetreiber melden an den IVA:

- die produzierte Menge Salpetersäure (**Aktivitätsdaten**),
- den EF,
- die gemessenen N₂O-Emissionen am Rohgas,
- bei Einsatz von Minderungstechniken auch die gemessenen N₂O-Emissionen am geminderten Abgas.

Nach einer Qualitätssicherung aggregiert der IVA aus Vertraulichkeitsgründen die Daten und übermittelt an das UBA die aggregierten Daten (AR und EF). Laut Angaben des IVA kommt als Minderungstechnik teilweise die katalytische Zersetzung direkt nach der Ammoniakverbrennung zum Einsatz. Die N₂O-Emissionen werden dann berechnet entsprechend der Formel $EM = AR * EF$.

Eine Firma übermittelt ihre Daten (AR, EF, N₂O-Emissionen und evtl. eingesetzte Minderungstechnik) direkt an das Umweltbundesamt, dort werden diese Daten nach einer Qualitätsprüfung mit den Daten vom IVA aggregiert und in der Emissionsdatenbank ZSE dokumentiert.

Bis 2006 korreliert die Produktionsmenge mit den N₂O-Emissionen. Danach ist eine Entkopplung von Produktionsmenge und N₂O-Emissionen erkennbar, dies ist auf den zunehmenden Einsatz von Minderungstechniken zurückzuführen.

NO_x-Emissionsfaktor:

Für den Emissionsfaktor von NO_x wurde der Default-Emissionsfaktor des *CORINAIR Guidebooks* von 10 kg/t NH₃ verwendet (EMEP EEA Emission Inventory Guidebook, TFEIP-endorsed draft, May 2009).

4.3.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.2)

Aktivitätsrate:

Die von den Betreibern übermittelte Unsicherheit für die Aktivitätsrate wurde vom IVA bzw. vom UBA entsprechend der Gleichung 6.3 in IPCC GPAUM festgelegt. Die Unsicherheit beträgt $\pm 1 \%$.

Emissionsfaktor:

Für den N₂O-Emissionsfaktor wird von den Betreibern eine Unsicherheit von $\pm 5\%$ angegeben.

4.3.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.2)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

4.3.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.B.2)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.3.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.B.2)

Da ab Berichtsrunde 2010 entsprechend den IPCC-Guidelines anlagenspezifisch nach Tier 3 berichtet wird sind keine weiteren Verbesserungen geplant.

4.3.3 Chemische Industrie: Adipinsäureproduktion (2.B.3)

4.3.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.3)

CRF 2.B.3	Gas	HK		1990 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		2011 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Trend
Adipic Acid Production	N ₂ O	L	T	18.804,6	(1,54%)	521,6	(0,06%)	-97,23%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
N ₂ O	T3	PS	D, PS
NO _x , CO			NE

Die Quellgruppe *Chemische Industrie: Adipinsäureproduktion* ist für N₂O-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Die EF-Berechnung für die N₂O-Emissionen aus der Adipinsäureproduktion entspricht dem Tier 3a Ansatz der IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 2006.

Im technischen Maßstab wird Adipinsäure durch Oxidation eines Gemisches von Cyclohexanol und Cyclohexanon (Verhältnis: 93/7) hergestellt. Laut IPCC-GPG (2000: Tab. 3.7, Anm. a) wird vermutlich nur bei einer Anlage in Japan reines Cyclohexanol (EF dort 264 kg/t) eingesetzt, ansonsten wird Adipinsäure aus Cyclohexanol und mit mehr oder weniger Keton und Salpetersäure hergestellt. Bei dieser Reaktion werden erhebliche Mengen an Lachgas (N₂O) gebildet. Dies wurde bis Ende 1993 von den beiden alleinigen deutschen Herstellern vollständig in die Atmosphäre emittiert. Ein Hersteller hat eine Anlage zur thermischen Zersetzung von Lachgas in Stickstoff und Sauerstoff patentiert und seitdem in Betrieb. Die Zersetzung erfolgt nahezu vollständig. Ende 1997 nahm der andere Hersteller eine katalytische Reaktoranlage in Betrieb, die bei Dauerbetrieb eine N₂O-Zersetzungsrate von 96-98 % erreicht. Im März 2002 wurde eine Anlage eines weiteren Herstellers in Betrieb genommen, die ebenfalls mit einer thermischen N₂O-Zersetzung betrieben wird. Nach anfänglichen technischen Problemen läuft die Anlage seit 2003 im Dauerbetrieb. Die insgesamt schwankenden Abbauraten und somit auch die Restemissionen sind wartungsbedingt und produktionsabhängig. 2009 nahm ein Hersteller eine zweite, zusätzliche (redundante) thermische N₂O-Zersetzungsanlage in Betrieb. Seit Inbetriebnahme

werden N₂O-Zersetzungsraten von über 99% erreicht. Ein weiterer Hersteller nahm Ende 2009 einen zweiten, redundanten Zersetzungsreaktor in Betrieb. Durch die Installation der zwei redundanten Abgasbehandlungsanlagen haben sich die N₂O-Emissionen seit 2010 noch einmal deutlich reduziert.

Die Produktion hat sich nachfragebedingt im Zeitraum von 1990 bis heute mehr als verdoppelt.

4.3.3.2 Methodische Aspekte (2.B.3)

Bis etwa zur Mitte der 90er Jahre wurden nur die Produktionsmengen von den Herstellern zur Verfügung gestellt. Für die Berechnung der Lachgasemissionen wurden für diesen Zeitraum die IPCC Default-Emissionsfaktoren verwendet. Für den anschließenden Zeitraum wurden von den Herstellern neben den Produktionsangaben auch die N₂O-Emissionen mit notwendigen Hintergrundinformationen vertraulich mitgeteilt. Dies ist für die Genauigkeit der berichteten Daten von großer Relevanz, da bei fehlenden Angaben zum technisch unvermeidbaren N₂O-Anfall und vor allem der jeweiligen Laufzeit der Zersetzungsanlage die Minderung des Lachgasanfalls nur so ungenau hätte geschätzt werden können, dass die weitere Verwendung des Default-EF notwendig gewesen wäre.

Die Schwankungen der Emissionsangaben ergeben sich aus Störungen der Minderungsanlagen (Revisionsarbeiten, Brandschaden, sonstiger Ausfall von Anlagenteilen) und dem steigenden Produktionsvolumen.

4.3.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.3)

Die Unsicherheiten in der Zeitreihenkonsistenz sind behoben, da alle Hersteller die entsprechenden Daten zur Verfügung stellen. Für Anlagen mit thermischer Zersetzung werden nach IPCC GL 2006 Unsicherheiten von +/- 0,05% und für die katalytische Zersetzung +/- 2,5% angegeben. Nach Angaben der Hersteller liegen die Unsicherheiten, unabhängig von dem Minderungsverfahren, in einem Bereich von +/- 5 bis 5,9 %. Die Unsicherheiten für die Produktionsmengen werden mit +/-0,06 bis 1 % beziffert. Der EF wird daher mit einer Unsicherheit von 5,9 % angesetzt.

4.3.3.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.3)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Die Angaben der Hersteller unterliegen einem hohen Vertrauensschutz. Aus diesem Grund können in den CRF-Tabellen lediglich die Emissionsangaben ausgewiesen werden. Die berichteten Emissionen und Aktivitätsraten werden durch den Experten im UBA überprüft und mit Angaben der Industrie und anderen Veröffentlichungen verglichen.

Zwei der drei Hersteller haben an einem JI-Projekt teilgenommen. Die Ergebnisse dieser Projekte wurden mit den Inventardaten verglichen und konnten durch diese bestätigt werden.

4.3.3.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.B.3)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.3.3.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.B.3)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.3.4 Chemische Industrie: Carbidproduktion (2.B.4)**4.3.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.4)**

CRF 2.B.4	Gas	HK	1990		2011		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Carbide Production	CO ₂	-	-	443,2 (0,04%)	18,6 (0,00%)	-95,80%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	T3	PS	PS (CaC ₂) NO (SiC)

Die Quellgruppe *Chemische Industrie: Carbidproduktion* ist keine Hauptkategorie.

Die Calciumcarbidproduktion fand zu Zeiten der Wiedervereinigung überwiegend in den neuen Bundesländern statt. Nachdem dort die Produktion kurze Zeit später eingestellt worden ist, verblieb nur in den alten Bundesländern ein Hersteller von Calciumcarbid. Dieser hat seine Produktion im Betrachtungszeitraum in etwa halbiert.

Nach Auskunft des zuständigen Fachverbands im VCI wird in Deutschland seit 1993 kein Siliziumcarbid mehr hergestellt. Emissionen aus diesem Bereich treten daher nicht mehr auf.

4.3.4.2 Methodische Aspekte (2.B.4)**Aktivitätsrate:**

Da es nur einen Hersteller in Deutschland gibt müssen diese Daten vertraulich behandelt werden. Lediglich die Produktionsmengen in der ehemaligen DDR wurden vom damaligen Statistischen Zentralamt bis 1989 veröffentlicht. Diese Angabe wurde zusammen mit vorhandenen Schätzungen für 1991 und 1992 für die Interpolation der Produktion in den neuen Bundesländern im Jahr 1990 verwendet.

Emissionsfaktor:

Der stöchiometrische Emissionsfaktor für CO₂ ist 688 kg pro t Calciumcarbid (44 g mol⁻¹ / 64 g mol⁻¹). Dieser Emissionsfaktor wurde bis 1992 für die Produktion in den neuen Bundesländern verwendet.

Beim Hersteller wird das im Prozess entstehende Kohlenmonoxid in gedeckelten Öfen vollständig gefasst und anschließend einer energetischen Nutzung zugeführt. Das dadurch entstehende Kohlendioxid dient als Hilfsstoff bei der Produktion von Kalkstickstoff und Folgeprodukten. Das Kohlendioxid fällt bei diesen Prozessen nach der Reaktion mineralisch in Form von Schwarzkalk an. In dieser Form wird es einer landwirtschaftlichen Verwertung zugeführt.

Auf diese Weise wird für die Produktion ein wesentlich geringerer Emissionsfaktor für Kohlendioxid aus der Calciumcarbidherstellung erreicht.

Der Minderungsgrad und damit der Emissionsfaktor sowie die Produktionsmenge werden vom Hersteller auf Anfrage dem Umweltbundesamt zur Verfügung gestellt. Die Gesamtemissionen ergeben sich als Produkt von Aktivitätsrate und Emissionsfaktor.

4.3.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.4)

Wegen der dargelegten Abschätzungen der Produktionsmengen in den neuen Bundesländern ist die Konsistenz nicht vollständig gegeben.

Die Unsicherheiten bezüglich der vom Betreiber zur Verfügung gestellten Daten werden als insgesamt gering eingeschätzt. Die zu Grunde gelegte Minderungsrate ist als Durchschnittswert für den Zeitablauf anzusehen. Bedingt durch den Einsatz von grünem Petrolkoks hat sich die Zusammensetzung des Carbidofengases geändert, so dass keine höhere Minderungsrate erreicht wird.

4.3.4.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.4)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Angaben von Herstellern unterliegen einem hohen Vertrauensschutz. Aus diesem Grund können in den CRF-Tabellen lediglich die Emissionsangaben ausgewiesen werden. Verifizierende Berechnungen konnten nicht durchgeführt werden. Es kann aber darauf hingewiesen werden, dass die Angaben teilweise auch den Genehmigungsbehörden zur Verfügung gestellt worden sind und somit für vertrauenswürdig erachtet werden.

4.3.4.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.B.4)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.3.4.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.B.4)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.3.5 Chemische Industrie - Sonstige: Emissionen aus sonstigen Produktionsprozessen (2.B.5)**4.3.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.5)**

CRF 2.B.5	Gas	HK	1990		2011		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
Other	CO ₂	L	T/T2	6.888,2	(0,57%)	9.211,8	(0,99%)	33,73%
Other	N ₂ O	-	-	292,7	(0,02%)	62,0	(0,01%)	-78,82%
Other	CH ₄	-	-	0,3	(0,00%)	0,6	(0,00%)	126,17%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	T2 (Industrieruß, Methanol)	AS (Katalysatorabbrand)	CS
	CS (alle anderen)	NS (alle anderen)	
CH ₄	T2 (Industrieruß)	NS	CS (Industrieruß)
	CS (alle anderen)		D (Ethylen, Styrol, Methanol, 1.2-Dichlorethan)
CO, SO ₂			D (Industrieruß)
NMVOC			CS (Ethylen, Styrol)

Die Quellgruppe *Chemische Industrie: Sonstige Emissionen* aus sonstigen Produktionsprozessen ist für CO₂-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Verschiedene chemische Produktionsprozesse sind potentielle Emissionsquellen von CO₂, CH₄ und NMVOC, dazu zählen die Herstellung von Industrieruß (Carbon Black), Ethylen (Ethen), Ethylendichlorid (1,2-Dichlorethan), Styrol oder Methanol, sowie der Abbrand von Katalysatoren in Raffinerien.

Katalysatorabbrand erfolgt im Raffineriebetrieb zum einen in katalytischen Spaltanlagen, wo entschwefelte Vakuum- und andere Gasöldestillate bei ca. 550°C unter Wasserdampfatmosphäre in Raffineriegas, Flüssiggase, Benzinfraktionen und Mitteldestillat gespalten werden. Zum anderen entstehen CO₂-Emissionen bei der Katalysatorregeneration im Reformingprozess, der das Ziel hat, die Oktanzahl des Rohbenzins zu erhöhen und aromatische Kohlenwasserstoffe durch Isomerisierung und Ringbildung zu erzeugen. Das katalytische Spalten hat sich als Fließbett-Verfahren (FCC = Fluid Catalytic Cracking) durchgesetzt. Während der Spaltreaktion im FCC-Reaktor lagert sich auf dem Katalysator Koks ab, der im Regenerator durch Luftzufuhr abgebrannt wird. Im Reformingprozess wird als Katalysator Platin in Kombination mit Rhenium und Zinn auf saurem Aluminiumoxid angewendet. Durch prozessbedingte Ablagerungen von Koks auf aktiven Zentren der Katalysatoren verliert der Katalysator seine Wirksamkeit. In der Katalysatorregeneration wird durch Koksabbrand die katalytische Aktivität wieder aufgebaut. Bei diesen Verbrennungsvorgängen wird CO₂ freigesetzt.

In der Caprolactam-Produktion setzen die deutschen Hersteller seit Anfang der 90er Jahre eine thermische Abgasbehandlung ein. N₂O-Emissionen treten nicht mehr auf.

4.3.5.2 Methodische Aspekte (2.B.5)

CO₂ – Emissionen

Die Freisetzung von CO₂ in die Atmosphäre wurde für die Quellen Industrierußproduktion, Methanolproduktion, Umwandlungsprozesse und Katalysatorabbrand in Raffinerien im Berichtsjahr 2006 aufgenommen.

Als EF für CO₂ aus der Industrierußproduktion wird der Default-Faktor aus den IPCC-Guidelines 2006 (Table 3.23, Furnace Black Process (default process), primary feedstock) verwendet.

Für Methanol ist der Emissionsfaktor vertraulich.

Aus Raffinerien wird nur der Katalysatorabbrand berücksichtigt. Die weiteren Emissionsquellen aus Raffinerien (Schwerölvergasung, Kalzinierung und Wasserstoffherstellung) werden nach bisheriger Prüfung bereits im Eigenverbrauch der Raffinerien erfasst (siehe Kapitel 3.2.7).

CH₄ - Emissionsfaktoren

In den internationalen Richtlinien wird nur sehr knapp auf diese Quellgruppe eingegangen. In den IPCC Guidelines werden als potentielle Emissionsquellen und ohne Anspruch auf Vollständigkeit die Produktion von Industrieruß, Ethylen, Dichlorethylen (1,2-Dichlorethan), Styrol und Methanol aufgeführt.

In deutschen Anlagen muss in den der TA Luft unterliegenden Anlagen gemäß Punkt 5.2.5 ein Grenzwert für die Massenkonzentration organischer Stoffe insgesamt (NMVOC und CH₄, ausgenommen staubförmige organische Stoffe) von 50 mg/m³ (Gesamtkohlenstoff)

eingehalten werden. Die thermische Nachverbrennung (TNV) von flüchtigen organischen Stoffen aus Anlagen zur Herstellung organischer Grundchemikalien ist Stand der Technik.

Von den drei deutschen Herstellern von Industrieruß wird auf Grund dieses Sachverhalts ein Emissionsfaktor von 0,027 kg Methan pro t Industrieruß gemeldet. Da diese Technik bereits seit den siebziger Jahren im Einsatz ist, wird dieser EF zu 0,03 kg/t gerundet und auf die gesamte Zeitreihe angewandt.

Für die anderen vier Produkte wurde von dem größten deutschen Hersteller gemeldet, dass in diesen Bereichen auf Grund der thermischen Nachverbrennung keine Methanemissionen mehr auftreten. Auch diese Technik ist bereits seit den achtziger Jahren im Einsatz, daher können diese Emissionsfaktoren auf die gesamte Zeitreihe angewandt werden.

Tabelle 125: nationale Emissionsfaktoren für CH₄ aus sonstigen Prozessen der Chemischen Industrie

Industrieruß	Styrol	Ethylen	1,2-Dichlorethan [kg CH ₄ /t]	Methanol
0,03	0	0	0	0

NMVOC, CO und SO₂ – Emissionsfaktoren

In Deutschland wurden für sonstige Schadstoffe neben dem oben betrachteten Methan die in der Tabelle 126 aufgeführten Emissionsfaktoren verwendet.

Tabelle 126: In Deutschland verwendete Emissionsfaktoren für sonstige Schadstoffe

	Industrieruß [kg CO/t]	Industrieruß [kg SO ₂ /t] ⁴²	Ethylen [kg NMVOC/t]	1,2- Dichlorethan [kg NMVOC/t]	Polystyrol [kg NMVOC/t]	Styrol [kg NMVOC/t]
1990	4,8 / 5	19,5 / ⁽⁴³⁾	5	C	1	0,02
1991	4,6 / 5	19 / 20	5	C	1	0,02
1992	4,4 / 5	18,5 / 20	5	C	1	0,02
1993	4,2	18	5	C	1	0,02
1994	4	17,5	5	C	1	0,02
1995	3,75	17	0,4	C	0,6	0,02
1996	3,5	16	0,3	C	0,4	0,02
1997	3,25	15	0,3	C	0,4	0,02
1998	3	14	0,25	C	0,32	0,02
1999	2,9	13,4	0,25	C	0,32	0,02
2000	2,8	12,8	0,2	C	0,27	0,02
2001	2,7	12,54	0,2	C	0,27	0,02
2002	2,65	12,28	0,2	C	0,27	0,02
2003	2,6	12,0	0,2	C	0,27	0,02
2004	2,55	11,7	0,2	C	0,27	0,02
2005	2,5	11,5	0,2	C	0,27	0,02
2006	2,5	11,2	0,2	C	0,27	0,02
2007	2,5	10,9	0,2	C	0,27	0,02
2008	2,5	10,6	0,2	C	0,27	0,02
2009	2,5	10,3	0,2	C	0,27	0,02
ab 2010	2,5	10,0	0,2	C	0,27	0,02

Die Angaben der EF für NMVOC wurden für Polystyrol der European Commission (EC, 2006a, BREF Polymere Reference Document) entnommen, für die übrigen Produkte wurden

⁴² Bei zwei angegebenen EF bezieht sich der zweite Wert auf die neuen Bundesländer.

⁴³ Für die neuen Bundesländer wird kein EF ausgewiesen, da diese SO₂-Emissionen nur pauschal in einer Summe berücksichtigt werden konnten.

die Angaben deutscher Hersteller verwendet, deren Angaben als vertrauliche Daten vorliegen. Bis 1994 wurden die Default Faktoren verwendet. Die Angaben der EF für CO und SO₂ bei der Herstellung von Industrieruß basieren auf dem BREF Large Volume Inorganic Chemicals - LVIC – S (EC, 2007) und sind identisch mit den im CORINAIR-Handbuch 2008 (First Order Draft) dargestellten Default-Werten.

Aktivitätsraten

In der Produktionsstatistik des Statistischen Bundesamtes werden die folgenden Produkte berücksichtigt (Tabelle 127).

Tabelle 127: Meldenummern der Produktionsstatistik

Zeile	Polystyrol	Methanol	1,2 - Dichlorethan	Industrieruß	Ethylen	Styrol
bis 1994	4414 42	4232 11	4228 22	4113 70	4221 11	4224 60
ab 1995	2416 20 350 und ...390	2414 22 100	2414 13 530	2413 11 300	2414 11 300	2414 12 500
ab 2009				2013 21 300		

Die Angabe für die Industrierußproduktion in den NBL 1990 entstammt dem statistischen Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, 1992: S. 234), für 1991 und 1992 wurden sie wegen Geheimhaltung geschätzt. Die übrigen Daten für die Industrierußproduktion ab 1990 entstammen dem Statistischen Bundesamt (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, Fachserie 4, Reihe 3.1, Produzierendes Gewerbe, Produktion im Produzierenden Gewerbe).

4.3.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.5)

Die Emissionsfaktoren für Ethylen, Methanol, 1,2-Dichlorethan und Styrol beruhen auf einer Auswertung deutscher Hersteller. Aufgrund der in den achtziger Jahren flächendeckend eingeführten thermischen Nachverbrennung sind die Emissionen an organischen Stoffen aus deutschen Anlagen vernachlässigbar gering. Unsicherheiten können nicht abgeschätzt werden. Die neuen Emissionsfaktoren sind für die gesamte Zeitreihe gültig. Bei den Aktivitätsraten sind im Zeitablauf Schwankungen erkennbar, Gründe hierfür sind unbekannt. Da aber die Produktionsmengen bis auf unbedeutende Schätzwerte einer vertrauenswürdigen Quelle entnommen werden konnten, sind die Unsicherheiten als gering anzusehen. Innerhalb eines Zeitraumes von drei Jahren sind allerdings Korrekturen an den Betreiberangaben möglich. Trotz der innerhalb des Betrachtungszeitraums liegenden Umstellung in der Erhebung wird auch von konsistenten Daten ausgegangen.

4.3.5.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.5)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden für „Ruß“ und „Katalysatorabbrand“ durchgeführt.

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung der „Methanolproduktion“ durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Die Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle. Daten wurden fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

Für Ethylen, Ethylenchlorid und Styrol wird aufgrund begrenzter Ressourcen und minimaler Relevanz für die Berichterstattung von Precursern keine QK/QS durchgeführt.

4.3.5.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.B.5)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.3.5.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.B.5)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.4 Metallproduktion (2.C)

Die Quellgruppe 2.C ist unterteilt in die Unterpunkte 2.C.1 bis 2.C.5. Dem Unterpunkt Eisen- und Stahlproduktion (2.C.1) sind in der Emissionsdatenbank ZSE die Sinterproduktion, die Roheisenproduktion, die Stahlerzeugung und die Eisen-, Stahl- und Tempergussproduktion zugeordnet. Die Produktion von Ferrolegierungen (2.C.2) ist in Deutschland von untergeordneter Bedeutung und wird daher im vorliegenden Bericht nicht weiter untergliedert. Die Aluminiumproduktion (2.C.3) untergliedert sich in Hüttenaluminium und Umschmelzaluminium. Für die Anwendung von SF₆ in der Aluminium- und Magnesiumproduktion (2.C.4) gibt es keine weiteren Untergliederungen. Der Unterpunkt Andere (2.C.5) umfasst im ZSE die Bleiproduktion, Feuerverzinkung, Kupferproduktion und Zinkproduktion.

4.4.1 Metallproduktion: Eisen- und Stahlproduktion (2.C.1)

4.4.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.1)

CRF 2.C.1	Gas	HK	1990 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		2011 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Trend
Steel (integrated production)	CO ₂	L	-IT2	22.711,9 (1,86%)	16.350,0 (1,77%)	-28,01%	
Steel (integrated production)	N ₂ O	-	-	27,6 (0,00%)	15,6 (0,00%)	-43,65%	
Steel (integrated production)	CH ₄	-	-	3,9 (0,00%)	4,7 (0,00%)	18,77%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	Tier 2	NS	CS
CH ₄	IE	IE	IE
N ₂ O	IE	IE	IE
NO _x , CO, NMVOC, SO ₂	Tier 2	NS	CS

Die Quellgruppe *Eisen- und Stahlproduktion* ist für CO₂-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe.

In Deutschland wurden im Jahr 2011 30,1 Mio. t Rohstahl auf Erzbasis in sechs integrierten Hüttenwerken erzeugt. Die Elektrostahlproduktion betrug 14,2 Mio. t.

4.4.1.2 Methodische Aspekte (2.C.1)

Dieser Sektor umfasst die prozessbedingten Emissionen aus der Primärstahlerzeugung (via Hochofen und Oxygenstahlwerk) sowie aus Elektrostahlwerken.

Weitere Strukturelemente in dieser Quellgruppe (Gießereien: Eisen-, Stahl- und Tempergussproduktion; Stahlerzeugung: Walz-Stahl-Produktion) dienen der Berechnung anderer Schadstoffemissionen (nicht von Treibhausgasen).

Die prozessbedingten CO₂-Emissionen aus der Primärstahlerzeugung in integrierten Hüttenwerken resultieren vor allem aus dem Reduktionsmitteleinsatz in den Hochöfen. Zudem werden die CO₂-Emissionen aus dem Kalksteineinsatz in Sinteranlagen und bei der Roheisenherstellung sowie die CO₂-Emissionen aus dem Elektrodenabbrand bei der Elektrostahlherstellung den prozessbedingten Emissionen im Sektor 2.C.1 zugerechnet.

Methoden zur Berechnung der aus dem Reduktionsmitteleinsatz in den Hochöfen resultierenden CO₂-Emissionen

Den IPCC Guidelines zufolge sind die CO₂-Emissionen in Quellgruppe 2.C.1 über eine Kohlenstoffbilanz zu ermitteln. Hintergrund ist, dass praktisch sämtlicher Kohlenstoff, der in die Hochöfen eingebracht wird, bei der späteren energetischen Nutzung oder Abfackelung des im Hochofen gebildeten Gichtgases oder des im Oxygenstahlkonverter gebildeten Konvertergases als CO₂ in die Atmosphäre abgegeben wird. Der Anteil des Kohlenstoffs, der im erzeugten Stahl oder in demjenigen Teil des Roheisens verbleibt, der

nicht zu Stahl weiterverarbeitet wird, ist im Vergleich zu den mit dem Reduktionsmitteleinsatz verbundenen CO₂-Emissionen nicht relevant⁴⁴.

Es gibt folglich zwei Möglichkeiten, die aus dem Reduktionsmitteleinsatz resultierenden CO₂-Emissionen zu berechnen: Entweder über die Menge der eingesetzten Reduktionsmittel (Kohlenstoffeintrag) oder über das Aufkommen an Gichtgas und Konvertergas (Kohlenstoffaustrag). Für beide Ansätze sind statistische Angaben auf nationaler Ebene verfügbar. Beide Ansätze führen jedoch zu unterschiedlichen Emissionsmengen; die über die verwendeten Mengen an Gichtgas- und Konvertergas berechneten Emissionen sind durchgehend höher als bei der Rechnung über die Angaben zum Reduktionsmitteleinsatz. Diese insbesondere in den Jahren ab 2003 wachsende statistische Differenz ist sachlich nicht erklärbar. Dem Prinzip der konservativen Abschätzung folgend wurde entschieden, das Aufkommen an Gichtgas und Konvertergas als Grundlage für die Emissionsberechnung zu nutzen. Dies war auch die Empfehlung der Expertenkommission des Klimasekretariats, die im September 2010 den deutschen Inventarbericht von 2010 überprüft hat.

Die energetische Nutzung von Gichtgas und Konvertergas findet nur zum Teil in der Quellgruppe 2.C.1 statt, daneben wird es für andere Prozessfeuerungen in der Eisen- und Stahlindustrie (1.A.2.a), in Kokereien zur Koksofenunterfeuerung (1.A.1.c) sowie in öffentlichen (1.A.1.a) oder Industriekraftwerken (1.A.2.f) zur Stromerzeugung genutzt. Für alle genannten Quellgruppen liefert die deutsche Energiebilanz Angaben zum Gicht- und Konvertergasverbrauch. Folglich teilen sich die aus dem Reduktionsmitteleinsatz zur Primärstahlerzeugung resultierenden CO₂-Emissionen auf alle Quellgruppen auf, in denen das Gicht- und Konvertergas verbrannt und somit tatsächlich CO₂ emittiert wird (siehe folgende Abbildung).

⁴⁴ Der durchschnittliche Kohlenstoffanteil der über 2000 Stahlsorten, die in Deutschland erzeugt werden, liegt in der Regel deutlich unter 2%, wird statistisch jedoch nicht erfasst. In jedem Fall ist dieser nicht energetische Kohlenstoffaustrag im Vergleich zu den gesamten CO₂-Emissionen aus der Primärstahlerzeugung sehr gering (<1,5 %). Da nur etwa 3% des in Deutschland erzeugten Roheisens nicht zu Oxygenstahl weiterverarbeitet werden, ist auch dieser nicht-energetische Kohlenstoffaustrag marginal (ca. 0,1%).

Quellgruppenzuordnung der CO₂-Emissionen aus der Primärstahlerzeugung (einschließlich Gichtgasnutzung)

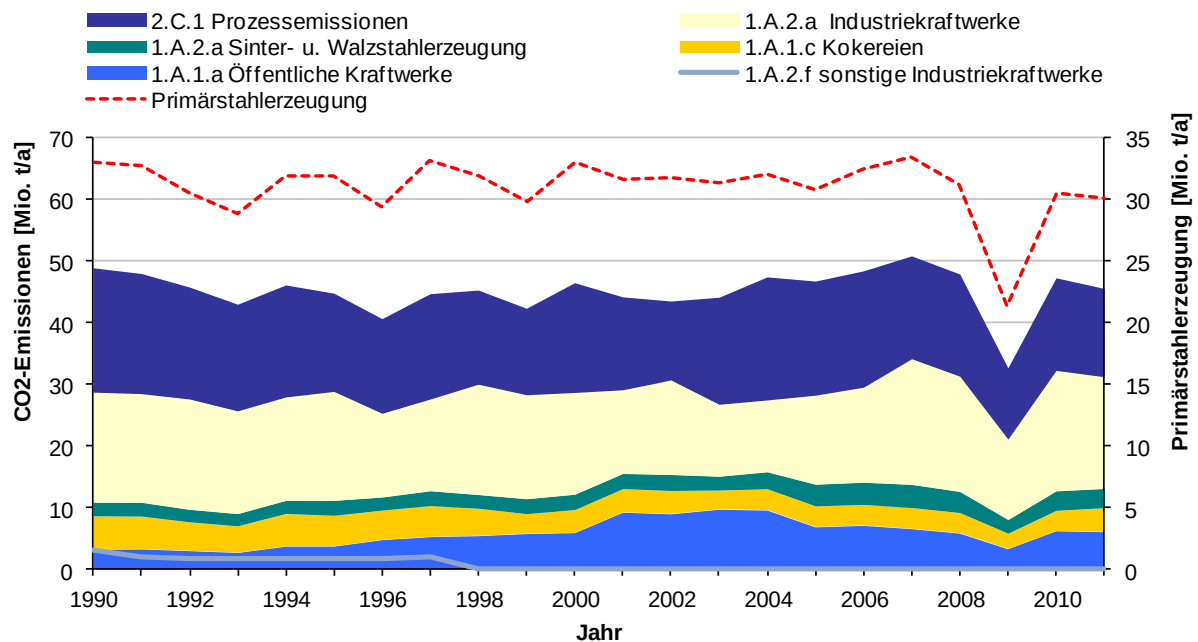


Abbildung 41: Zeitlicher Verlauf und Quellgruppenzuordnung der aus dem Reduktionsmitteleinsatz zur Primärstahlerzeugung bzw. Gichtgasaufkommen resultierenden CO₂-Emissionen

Die Summe der dargestellten CO₂-Emissionen zeigt eine gute Korrelation mit den berichteten Aktivitätsraten für die Primärstahlerzeugung (siehe gestrichelte rote Linie). Jährliche Schwankungen in den einzelnen Quellgruppen beruhen vermutlich auf wechselnden Zuordnungen einzelner Anlagen in der amtlichen Statistik. Dies hat jedoch keinen Einfluss auf die Gesamtsumme der berichteten Emissionen.

Tabelle 128: CO₂-Emissionen aus der Primärstahlerzeugung (einschließlich Gichtgasnutzung)

Mt CO ₂	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
1.A.1.a Öffentliche Kraftwerke	3,236	3,283	3,008	2,719	3,744	3,745	4,796	5,282	5,440	5,782
1.A.1.c Kokereien	5,328	5,234	4,579	4,220	5,201	4,899	4,686	4,947	4,342	3,131
1.A.2.a Sinter- u. Walzstahlerzeugung	2,223	2,251	2,041	2,001	2,136	2,433	2,142	2,408	2,245	2,433
1.A.2.a Industriekraftwerke	17,845	17,619	17,885	16,639	16,761	17,670	13,565	14,870	17,896	16,857
1.A.2.f Sonstige Industriekraftwerke	3,198	2,020	1,937	1,765	1,766	1,761	1,923	2,135	0,000	0,000
2.C.1 Prozessemissionen	20,245	19,566	18,233	17,369	18,244	16,000	15,407	17,159	15,330	14,082
Mt CO ₂	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1.A.1.a Öffentliche Kraftwerke	5,930	9,243	8,990	9,723	9,597	6,866	7,112	6,578	5,858	3,317
1.A.1.c Kokereien	3,636	3,725	3,668	3,015	3,341	3,308	3,293	3,332	3,230	2,421
1.A.2.a Sinter- u. Walzstahlerzeugung	2,508	2,476	2,618	2,255	2,776	3,526	3,616	3,761	3,441	2,242
1.A.2.a Industriekraftwerke	16,500	13,567	15,337	11,657	11,643	14,432	15,406	20,395	18,698	13,004
1.A.2.f Sonstige Industriekraftwerke	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2.C.1 Prozessemissionen	17,879	15,131	12,856	17,432	20,046	18,587	18,953	16,749	16,639	11,601
Mt CO ₂	2010	2011								
1.A.1.a Öffentliche Kraftwerke	6,228	6,085								
1.A.1.c Kokereien	3,220	3,795								
1.A.2.a Sinter- u. Walzstahlerzeugung	3,174	3,135								
1.A.2.a Industriekraftwerke	19,553	18,121								
1.A.2.f Sonstige Industriekraftwerke	0,000	0,000								
2.C.1 Prozessemissionen	15,075	14,380								

Sekundärbrennstoffe werden in der Eisen- und Stahlindustrie nur bei der Erzeugung von Roheisen im Hochofenprozess eingesetzt. Diese Materialien sind bisher in nationalen Statistiken und der Energiebilanz nicht enthalten. Als Datenquelle werden daher Angaben der Wirtschaftsvereinigung Stahl genutzt. Da die Sekundärbrennstoffe jedoch ausschließlich als Ersatzreduktionsmittel an Stelle von Koks eingesetzt werden, sind die aus ihrem Einsatz resultierenden CO₂-Emissionen ebenfalls in den über den Gichtgas- und Konvertergaseinsatz ermittelten CO₂-Emissionen enthalten und müssen nicht gesondert berechnet werden.

Ermittlung der CO₂-Emissionen aus dem Kalksteineinsatz bei der Roheisenerzeugung

Die CO₂-Emissionen aus dem Kalksteineinsatz werden nach Tier 1 bestimmt (UBA 2006, FKZ 20541217/02). Die Stahlindustrie setzt Kalkstein (CaCO₃) nur bei der Aggregation des Eisenerzes in Sinteranlagen und bei der Roheisenerzeugung im Hochofen ein. Beim Oxygenstahl- oder Elektrostahlverfahren wird hingegen bereits gebrannter Stahlwerkskalk (CaO) als Schlackenbildner eingesetzt; die bei der Erzeugung dieses Branntkalks freigesetzten CO₂-Emissionen werden daher bereits unter 2.A.2 berichtet. Die Kalksteineinsätze bei der Sinter- und Roheisenherstellung wurden bis 2004 in der Eisen- und Stahlstatistik veröffentlicht (STATISTISCHES BUNDESAMT Fachserie 4, Reihe 8.1), seitdem müssen sie aus den vom Verband berichteten Produktionsmengen von Sinter und Roheisen über spezifische Einsatzfaktoren (kg Kalkstein pro t Sinter oder Roheisen) berechnet werden. Die Aktivitätsraten des Kalksteineinsatzes werden mit dem stöchiometrischen Emissionsfaktor für Kalkstein multipliziert und ergeben dann die in Tabelle 129 angegebenen CO₂-Emissionen.

Tabelle 129: Kalksteineinsatz und daraus resultierende CO₂-Emissionen bei der Sinter- und Roheisenerzeugung

Jahr	Kalksteineinsatz [t/a]		CO ₂ -Emissionen [t/a]		Summe
	Roheisen	Sinter	Roheisen	Sinter	
1990	755.737	4.680.775	332.524	2.059.541	2.392.065
1991	757.000	4.532.000	333.080	1.994.080	2.327.160
1992	666.000	4.198.000	293.040	1.847.120	2.140.160
1993	627.000	3.891.000	275.880	1.712.040	1.987.920
1994	733.000	4.173.153	322.520	1.836.187	2.158.707
1995	751.000	4.600.000	330.440	2.024.000	2.354.440
1996	686.000	4.350.000	301.840	1.914.000	2.215.840
1997	629.000	4.471.000	276.760	1.967.240	2.244.000
1998	677.000	4.588.000	297.880	2.018.720	2.316.600
1999	817.000	4.144.000	359.480	1.823.360	2.182.840
2000	924.000	4.273.000	406.560	1.880.120	2.286.680
2001	866.000	4.136.000	381.040	1.819.840	2.200.880
2002	831.000	3.940.000	365.640	1.733.600	2.099.240
2003	832.525	4.046.711	366.311	1.780.553	2.146.864
2004	847.689	4.209.871	372.983	1.852.343	2.225.326
2005	787.724	4.306.067	346.599	1.894.669	2.241.268
2006	822.920	4.410.408	362.085	1.940.580	2.302.664
2007	840.868	4.608.067	369.982	2.027.549	2.397.531
2008	790.216	4.541.174	347.695	1.998.117	2.345.812
2009	547.680	3.496.405	240.979	1.538.418	1.779.397
2010	799.679	4.045.042	351.859	1.779.818	2.131.677
2011	782.420	3.457.153	344.265	1.521.147	1.865.412

Quelle: bis 2004: Berechnungen im Projekt Kalksteinbilanz (UBA 2006, FKZ 20541217/02),
ab 2005: Berechnung über die im o.g. Projekt ermittelten produktspezifischen Faktoren

Ermittlung der CO₂-Emissionen aus dem Elektrodenabbbrand bei der Elektrostahlherstellung

Bei der Elektrostahlherstellung entstehen direkte CO₂-Emissionen durch den Abbbrand der Graphitelektroden, die ebenfalls den prozessbedingten CO₂-Emissionen der Stahlerzeugung zuzurechnen sind. Sie werden aus der Menge des produzierten Elektrostahls über einen in 2009 neu ermittelten Emissionsfaktor (7,4 kg/t) berechnet, der auf dem spezifischen Elektrodenverbrauch pro t Elektrostahl (2,06 kg/t), dessen Kohlenstoffgehalt (98%) sowie dem stöchiometrischen Faktor (3,667 t CO₂/t C) basiert. Der Beitrag des Elektrodenabbrands bei der Elektrostahlherstellung ist mit ca. 0,2% der gesamten CO₂-Emissionen der Eisen- und Stahlerzeugung unbedeutend.

Ermittlung der insgesamt unter 2.C.1 zu berichtenden CO₂-Emissionen der Eisen- und Stahlproduktion)

Die insgesamt unter 2.C.1 zu berichtenden prozessbedingten Emissionen setzen sich wie folgt zusammen:

1. die aus dem Reduktionsmitteleinsatz zur Primärstahlerzeugung resultierenden CO₂-Emissionen, soweit das Gicht- und Konvertergas nicht in anderen Quellgruppen eingesetzt und folglich dort als CO₂-Emissionen berichtet wird
2. den CO₂-Emissionen aus dem Kalksteineinsatz bei der Roheisenerzeugung und
3. den CO₂-Emissionen aus dem Elektrodenabbbrand bei der Elektrostahlherstellung

Die so ermittelten Emissionsmengen sind Tabelle 131 zu entnehmen.

Tabelle 130: Insgesamt unter 2.C.1 zu berichtende prozessbedingte Emissionen

Jahr	CO ₂ -Emissionen aus dem Reduktionsmitteleinsatz, soweit nicht in anderen Quellgruppen berichtet [t/a]	CO ₂ -Emissionen aus dem Kalksteineinsatz [t/a]	CO ₂ -Emissionen aus dem Elektrodenabbrand [t/a]	2.C.1 gesamt [t/a]
1990	20.244.570	2.392.065	75.242	22.711.877
1991	19.566.299	2.327.160	68.464	21.961.923
1992	18.233.163	2.140.160	64.358	20.437.681
1993	17.368.898	1.987.920	59.840	19.416.658
1994	18.244.329	2.158.707	65.783	20.468.820
1995	15.999.678	2.354.440	74.794	18.428.912
1996	15.407.293	2.215.840	76.291	17.699.424
1997	17.159.145	2.244.000	87.552	19.490.696
1998	15.330.371	2.316.600	89.196	17.736.167
1999	14.081.926	2.182.840	90.457	16.355.223
2000	17.878.539	2.286.680	98.251	20.263.471
2001	15.130.790	2.200.880	96.961	17.428.630
2002	12.856.088	2.099.240	97.381	15.052.709
2003	17.432.279	2.146.864	99.048	19.678.190
2004	20.045.595	2.225.326	104.984	22.375.905
2005	18.587.293	2.241.268	100.780	20.929.341
2006	18.952.642	2.302.664	108.206	21.363.512
2007	16.749.314	2.397.531	110.721	19.257.566
2008	16.638.663	2.345.812	107.948	19.092.423
2009	11.600.674	1.779.397	83.590	13.463.660
2010	15.075.367	2.131.677	97.446	18.208.004
2011	14.379.883	1.865.412	104.744	16.350.039

4.4.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.1)

Die Zeitreihenkonsistenz ist gegeben, da die Aktivitätsraten bei allen Anlagen erhoben und die Emissionen für alle Jahre nach derselben Methode ermittelt wurden.

Bei den CO₂-Emissionen aus dem Kalksteineinsatz gibt es von 2004 zu 2005 einen Methodenbruch durch den Wegfall der bis 2004 verwendeten Datenquelle. Die Entwicklung der Zeitreihe erscheint jedoch trotz Methodenbruch plausibel. Aufgrund der notwendigen Berechnung beträgt die Unsicherheit der Aktivitätsrate hier $\pm 10\%$.

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors für den Elektrodenabbrand beträgt $\pm 3\%$, bei den übrigen Daten liegt die Unsicherheit bei $\pm 5\%$, da sie nur auf Mess- und Analyseungenauigkeiten beruht.

4.4.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.1)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Die Emissionsermittlung in den Quellgruppen 1.A.2.a und 2.C.1 ist eine komplexe Aufgabe, da es zwischen der Energiebilanz, der Emissionsberichterstattung, dem Emissionshandel sowie den Verbandsstatistiken große methodische Unterschiede gibt. Zur Sicherung der Datenqualität werden regelmäßig Expertengespräche durchgeführt, in denen die Daten verglichen und bewertet werden. Aufgrund der methodischen Unterschiede ist eine Plausibilitätskontrolle der ermittelten Emissionsmengen mit den Daten der deutschen Emissionshandelsstelle nur auf einer hoch aggregierten Ebene möglich. Die gezielte

Aufbereitung der Daten aus dem Emissionshandel für die Plausibilitätskontrolle der berichteten Emissionen ist Gegenstand eines laufenden Forschungsvorhabens, das voraussichtlich in 2012 abgeschlossen sein wird.

4.4.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.C.1)

Es erfolgten geringfügige Rückrechnungen für die Jahre 2009 und 2010 aufgrund aktualisierter statistischer Daten.

4.4.1.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.C.1)

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

4.4.2 Metallproduktion: Produktion von Ferrolegierungen (2.C.2)

4.4.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.2)

CRF 2.C.2	Gas	HK	1990 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		2011 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Trend
Ferroalloys	CO ₂	-	-	429.0 (0.04%)	6.1 (0.00%)	-98.59%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	T2	IS	CS
NO _x , CO, NMVOC, SO ₂			NE

Die Quellgruppe *Produktion von Ferrolegierungen* ist keine Hauptkategorie. Ferrolegierungen sind Zuschlagsstoffe, mit denen Stahl legiert wird. In Deutschland existieren fünf Hersteller von Ferrolegierungen: Ferrochrom, Ferrosilizium und Siliziummetall werden jeweils nur von einem Unternehmen hergestellt; weitere Ferrolegierungen nur in sehr geringem Umfang. Nach den Daten des US Geological Survey wurden im Jahr 2010 55.000 t Ferrolegierungen in Deutschland produziert. Seit 1995 wird ausschließlich das Elektro-Lichtbogen-Verfahren verwandt, bei dem nur aus dem Elektrodenabbrand geringe Mengen an prozessbedingtem CO₂ freigesetzt werden.

Bis 1995 kam teilweise das Hochofenverfahren zum Einsatz, das mit vergleichsweise höheren CO₂-Emissionen verbunden war.

4.4.2.2 Methodische Aspekte (2.C.2)

Die verwendeten **Emissionsfaktoren** zu beiden genannten Verfahren (Hochofen- und Elektro-Lichtbogen-Verfahren) wurden in dem Forschungsvorhaben „NEU-CO₂“ (FKZ 203 41 253/02) ermittelt.

Für die **Aktivitätsrate** wird seit 1994 auf Daten des US Geological Survey (USGS) zurückgegriffen. Die aktuell verfügbaren Daten stammen aus dem Jahr 2010. Für das Jahr 2011 ist die Aktivitätsrate fortgeschrieben worden.

4.4.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.2)

Die Aktivitätsraten des US Geological Survey (USGS) beruhen teilweise auf Schätzungen und sind daher mit vergleichsweise hohen Unsicherheiten behaftet.

Für die Jahre 2001 – 2006 liegen auch DESTATIS-Daten zum Absatz von Ferrolegierungen vor, welche aber um Faktor 0,7 unter den Produktionsdaten des USGS liegen. Aus Gründen der Zeitreihenkonsistenz werden daher auch für diese Jahre die Daten des USGS verwendet.

Die deutliche Abnahme des CO₂-Emissionsfaktors von 1994 zu 1995 bedeutet ebenfalls keine Inkonsistenz, sondern resultiert aus dem Wechsel des Produktionsverfahrens.

4.4.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.2)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Die verwendeten AR von USGS wurden mit Hilfe der DESTATIS-Angaben verifiziert (siehe oben). Ein Vergleich der Emissionen mit anderen Datenquellen für Deutschland wurde nicht durchgeführt, weil keine anderen Datenquellen für Emissionen aus 2.C.2 bekannt waren.

4.4.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.C.2)

Aufgrund der nur zweijährlichen Bereitstellung der Aktivitätsdaten durch UDGS wurde eine minimale Rückrechnung für das Vorjahr 2010 vorgenommen.

4.4.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.C.2)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.4.3 Metallproduktion: Primäraluminiumproduktion (2.C.3)

4.4.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.3)

CRF 2.C.3	Gas	HK	1995/1990		2011		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
all fuels	PFC	-	T	1.551,7 (0,13%)	81,5 (0,01%)		-94,75%
all fuels	CO ₂	-	-	1.011,9 (0,08%)	591,2 (0,06%)		-41,57%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	Tier 3	AS	CS
CH ₄	-	-	NE
PFC	Tier 3	AS	CS
NO _x	-	-	NE
CO, SO ₂	-	AS	CS

Die Quellgruppe *Primäraluminiumproduktion* ist für PFC-Emissionen eine Hauptkategorie nach dem Trend (siehe Tabelle 7). Aufgrund der seit 1990 stark fallenden Emissionen (-91,32 %) und des dadurch erreichten sehr geringen Emissionsniveaus hat die Nationale Koordinierungsstelle aus Gründen der Ressourcenpriorisierung entschieden, die für Hauptkategorien vorgesehenen höheren Ansprüche an die Methodik für diese Quellgruppe nicht umzusetzen.

In Deutschland wird in vier Hütten Aluminium in Elektrolyseöfen mit vorgebrannten Anoden erzeugt. Wesentliche Emissionsquellen sind die Abgase der Elektrolyseöfen und diffuse Emissionen über Hallendächern. An klimarelevanten Substanzen und Luftschadstoffen werden insbesondere CO, CO₂, SO₂, CF₄ und C₂F₆ emittiert.

Die größte Quelle für FKW-Emissionen ist in Deutschland trotz erheblicher Reduktionen seit 1990 weiterhin die Produktion von Primäraluminium. Durch umfangreiche Modernisierungsmaßnahmen in deutschen Aluminiumhütten und der Stilllegung von Produktionskapazitäten sanken die absoluten Emissionen aus diesem Sektor seit 1995 um über 90 %. Hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung der FKW-Emissionen ist eine Stagnation auf niedrigem Niveau zu erwarten.

4.4.3.2 Methodische Aspekte (2.C.3)

Die Produktionsmenge für das Jahr 2011 ist dem Monitoring-Bericht der Aluminiumindustrie für das Jahr 2011 entnommen (GDA, 2011). Der durchschnittliche Anodenverbrauch liegt bei 430 kg Petrolkoks je Tonne Aluminium. In der Tabelle 131 sind die prozessbedingten Emissionsfaktoren dargestellt.

Die bei der Erzeugung von Primäraluminium anfallende Gesamtabgasmenge je Tonne Aluminium wurde mit einem mittleren Konzentrationswert, der aus mehreren Einzelwerten verschiedener Anlagen mit entsprechender Gewichtung gebildet wurde, multipliziert. Die Emissionsfaktoren berücksichtigen auch diffuse Emissionsquellen, wie Hallendachemissionen. Die verwendeten Emissionswerte für CO sind Ergebnisse aus Emissionsmessungen im Rahmen von Investitionsvorhaben.

Die SO₂- und CO₂-Emissionsfaktoren wurden aus dem spezifischen Anodenverbrauch errechnet. Die Anoden bestehen aus Petrolkoks; diese weisen spezifische Schwefelgehalte von ca. 1,2 % auf, woraus ein SO₂-Emissionsfaktor von 10,4 kg/t Al berechnet werden kann. Grundlage der Berechnung des CO₂-Emissionsfaktors ist der spezifische Kohlenstoffgehalt von Petrolkoks von 857 kg pro t. (vgl. Kapitel 18.7.2). Durch Multiplikation des durchschnittlichen Anodenverbrauchs mit dem mittleren Kohlenstoffgehalt und der stöchiometrischen Umsetzung zu CO₂ ergibt sich ein CO₂-Emissionsfaktor von 1367 kg/t Aluminium. Der CO₂-Emissionsfaktor vermindert sich theoretisch um den Anteil, der sich aus einem CO-Anteil von 180 kg/t Al ergibt, da sich auch CO lediglich aus dem Verbrauch der Anoden bilden kann. Dies ist in dem unten genannten CO₂- Faktor nicht berücksichtigt.

Die in Tabelle 131 genannten Emissionsfaktoren wurden mit den Emissionsangaben in BAT-Merkblättern⁴⁵ und anderen Quellen (z.B. der VDI Richtlinie 2286 Blatt 1) abgeglichen.

Tabelle 131: AR und prozessbedingte EF der Primäraluminiumproduktion im Jahr 2010

	AR		Emissionsfaktoren				
	Anzahl Hütten	Produktion [t]	CO ₂ [kg/t]	NO _x [kg/t]	SO ₂ [kg/t]	C gesamt [kg/t]	CO [kg/t]
Primäraluminium	4	432.500	1367	k.A.	10,4	k.A.	180

Für die FKW-Emissionen aus Primäraluminiumhütten liegen aufgrund einer Selbstverpflichtung der Aluminiumindustrie Emissionsangaben vor. Seit 1997 berichtet die Aluminiumindustrie jährlich über die Entwicklung der FKW-Emissionen aus diesem Sektor. Die Messdaten werden nicht veröffentlicht, liegen dem Umweltbundesamt aber vor.

Basis für Berechnungen der CF₄ Emissionen sind die in den Jahren 1996 und 2001 in allen deutschen Hütten durchgeführten Messungen. Hierbei wurden je nach Technologie

⁴⁵ siehe <http://www.bvt.umweltbundesamt.de/kurzue.htm>

spezifische CF_4 - Emissionswerte pro Anodeneffekt⁴⁶ ermittelt. Die Zahl der Anodeneffekte wird in den Hütten erfasst und dokumentiert. Die CF_4 -Gesamtemission wurde durch Multiplikation der gesamten Anodeneffekte des Jahres mit der in 2001 ermittelten spezifischen CF_4 -Emission pro Anodeneffekt errechnet. Der Gesamtemissionsfaktor für CF_4 ergibt sich durch Addition der CF_4 -Emissionen der Hütten dividiert durch die Gesamtaluminiumproduktion der Hütten. C_2F_6 und CF_4 entstehen im festen Verhältnis von etwa 1:10. Die oben genannte Methode wurde auf die gesamte Zeitreihe angewendet, durch Rückrechnungen wurden die Emissionen für die Jahre 1990 bis 1996 ergänzt.

4.4.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.3)

Die Emissionsangaben zu FKW, CO , CO_2 und SO_2 genügen dem Tier 3b Ansatz und werden entsprechend als sehr genau bewertet. Für CO , CO_2 und SO_2 besteht eine Zeitreihenkonsistenz.

Allerdings wurde die anlagenspezifische Anzahl der Anodeneffekte in den Jahren 1991, 1992, 1993 und 1995 im Rahmen der freiwilligen Selbstverpflichtung nicht erhoben und für diese Jahre keine Berechnung durchgeführt (siehe 4.4.3.6).

Außerdem waren die Jahre 1991 bis 1994 wegen des Verfalls der Weltmarktpreise für Primäraluminium tiefe Krisenjahre für die deutsche Aluminiumindustrie. Aus diesem Grund wurden einige Anlagen stillgelegt. Der Abbau betraf alle Ofentypen, aber am stärksten betroffen waren die kurz zuvor modernisierten Öfen mit Punktdosierungstechnik. Deren Kapazität sank um 43%, gemessen am Bestand 1990. Dies erklärt auch den kurzfristigen Anstieg bzw. die Stagnation des implizierten Emissionsfaktors für CF_4 in diesen Jahren. Absolut haben die Primärhütten 2007 nur 26 Tonnen CF_4 gegenüber 45 Tonnen in 2005 emittiert. Ursache hierfür ist ein Produktionsrückgang. Gegenüber dem Jahr 2006 ist jedoch eine geringe Produktionssteigerung zu verzeichnen, weil das teilweise Abschalten der Öfen im Werk Stade durch eine Produktionssteigerung am Produktionsstandort Hamburg mehr als ausgeglichen wurde. Im Jahr 2009 kam es zu drastischen Produktionseinbrüchen im Rheinwerk Neuss. Aufgrund der schwierigen ökonomischen Situation der anderen deutschen Hütten kam es immer wieder zu Prozessinstabilitäten durch häufige An- und Abfahrprozesse. Dies führte zu einer höheren Anzahl von Anodeneffekten und damit zu höheren PFC-Emissionen. Im Jahr 2010 stabilisierte sich die ökonomische Lage wieder. Die Prozesse konnten wieder kontinuierlich und stabil gefahren werden. Dadurch verringerte sich die Anzahl der Anodeneffekte in solchem Maße, dass die absoluten PFC-Emissionen trotz der Produktionssteigerung im Vergleich zu 2009 sanken. Im Jahr 2011 kam es trotz der anhaltend schwierigen ökonomischen Lage zu einem leichten Produktionszuwachs im Vergleich zu 2010.

4.4.3.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.3)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

46 „...Zu organischen Fluoriden kommt es jedoch nur unter besonderen Bedingungen, wenngleich diese in Intervallen von Stunden bis zu mehreren Tagen am Ofen immer wieder eintreten. Diese Bedingungen werden als Anodeneffekt bezeichnet. ... Das Gas an der Anode ändert seine Zusammensetzung von CO_2 zu CO und zu 5 bis 20 % CF_4 ...“ (ÖKO-RECHERCHE 1996)

Aktivitätsangaben werden von der Industrie jährlich erhoben und u.a. dem Statistischen Bundesamt und dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle gemeldet. Die Zeitreihe erscheint plausibel und weist keine Inkonsistenzen auf. Es wird davon ausgegangen, dass diese Angaben qualitätsgesichert erhoben werden.

Die Ermittlung der spezifischen FKW-Emissionen während der Anodeneffekte erfolgte durch Messungen der Industrie in den Jahren 1996 und 2001 an allen Primäraluminium produzierenden Anlagen in Deutschland. Die Menge der entstehenden FKW hängt vor allem von der Dauer und Häufigkeit der Anodeneffekte ab. Durch computerbasierte Prozesssteuerung konnten die Dauer und die Häufigkeit der Anodeneffekte in den letzten Jahren deutlich reduziert werden. Der deutsche Emissionsfaktor für CF_4 , aufgrund von Anodeneffekten, lag 2010 bei 0,044 kg/t Aluminium. Er liegt somit in derselben Größenordnung wie der vom International Aluminium Institute (IAI) bekannt gegebene internationale Durchschnittsfaktor von 0,034 kg/t für Point Feeder-Anlagen. Der Emissionsfaktor ist somit verifiziert.

4.4.3.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.C.3)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.4.3.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.C.3)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.4.4 Metallproduktion: SF_6 in der Aluminium- und Magnesiumproduktion (2.C.4)

4.4.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.4)

CRF 2.C.4c	Gas	HK	1995		2011		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
SF ₆ used in Aluminum and Magnesium Foundries	SF ₆	-	-	197,1 (0,02%)	57,6 (0,01%)	-70,80%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
SF ₆	D/CS	PS/NS	D/CS

Die Quellgruppe SF_6 in der Aluminium- und Magnesiumproduktion ist keine Hauptkategorie.

Aluminiumproduktion:

Zum Spülen von Sekundäraluminium-Schmelzen genügen in der Regel Inertgase ohne Additive. In einigen wenigen, meist kleineren Aluminium-Gießereien sowie in Labors kam in der Vergangenheit aber ein Reinigungssystem aus Inertgasen zum Einsatz, dem SF_6 in Konzentrationen von 1 oder 2,5 % zugesetzt war. Solche Reinigungssysteme wurden letztmalig im Jahr 1999 eingesetzt (seit dem Jahr 2000 findet kein Verkauf in Deutschland mehr statt). Von 1990 bis 1999 lag der SF_6 -Verbrauch relativ konstant bei 0,5 t/a.

Vereinzelt wird seit dem Jahr 1999 wieder reines SF_6 als Reinigungsgas eingesetzt.

Magnesiumproduktion:

Beim Gießen von Magnesium wird SF_6 seit Mitte der 70er Jahre als Schutzgas über der Schmelze eingesetzt, um ihre Oxidation und Entzündung zu verhindern. Die eingesetzte Menge an SF_6 pro Tonne Magnesium (spezifischer SF_6 -Koeffizient) hat sich seit 1995 stark reduziert, da es in zunehmendem Maße durch HFC-134a ersetzt wird. SF_6 wird sowohl beim Sandgussverfahren zur Fertigung von Prototypen, Einzelteilen und kleinen Serien, als auch beim Druckgussverfahren als Schutzgas eingesetzt.

4.4.4.2 Methodische Aspekte (2.C.4)

Der Einsatz von SF_6 als Reinigungs- und Schutzgas bei der Magnesiumherstellung ist eine offene Anwendung, d.h. die eingesetzte SF_6 -Menge emittiert vollständig beim Gebrauch in die Atmosphäre. Die Gleichsetzung von Verbrauch (AR) und Emission entspricht der Methode in den IPCC-Guidelines (IPCC, 1996a: Seite 2.34).

Für die Aluminiumgießereien konnte durch anlagenspezifische Messungen im Jahr 2010 eine Konkretisierung des Emissionsfaktors und damit der Emissionen vorgenommen werden.

Für die Berichtsjahre 1990 bis 1994 wurden Berichte und archivierte Umfrageprotokolle aus dem Jahr 1996 zu Grunde gelegt.

Emissionsfaktoren

Für die Aluminiumgießereien wurde bisher, aufgrund fehlender Informationen zu den Zersetzungsgraden von SF_6 , ein Emissionsfaktor von 100% angenommen.

Basierend auf von der Zulassungsbehörde anerkannten, vertraulichen Messprotokollen ist der Emissionsfaktor für den Zeitraum von 1999 bis 2008 auf 3 % reduziert worden. Durch Umbaumaßnahmen konnte eine weitere Reduzierung des Emissionsfaktors ab 2009 auf 1,5 % erreicht werden.

Für die Magnesiumgießereien wird ein $\text{EF}_{\text{Anwendung}} = 100\%$ angenommen, da genauere Daten zu Zersetzungsgraden noch fehlen.

Aktivitätsdaten Aluminiumproduktion

Der SF_6 -Verbrauch wurde durch Befragung der Gasehändler ermittelt, wobei die Abfrage für das Berichtsjahr 2000 ergeben hat, dass die Gasemischung seit dem Jahr 2000 nicht mehr vermarktet wird.

Das seit 1999 wieder verwendete rein eingesetzte SF_6 wurde bei den Anwendern direkt erfragt und mit Daten der Gasehändler abgeglichen.

Seit dem Berichtsjahr 2007 werden die Daten vom *Statistischen Bundesamt* durch Abfrage der SF_6 -Verkaufszahlen des Gasehandels erhoben.

Aktivitätsdaten Magnesiumproduktion

Im Jahr 1996 wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes eine Mengenbefragung bei allen inländischen Magnesiumgießereien mit SF_6 -Einsatz durchgeführt. Hierbei wurden die Verbrauchsmengen für die Jahre 1990 bis 1995 ermittelt.

Bis zum Berichtsjahr 2007 wurden die verwendeten Mengen direkt bei den Anwendern erfragt. Seit dem Berichtsjahr 2006 werden die Daten durch Abfrage der SF₆-Verkaufszahlen des Gasehandels erhoben. Im Berichtsjahr 2006 erfolgt ein Vergleich beider Methoden.

Seit dem Berichtsjahr 2007 werden die Daten des *Statistischen Bundesamtes* verwendet.

4.4.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.4)

Wie Untersuchungen belegen wird ein Teil des SF₆ bei der Nutzung in der Aluminium- und Magnesiumproduktion zersetzt. Daher werden die Emissionen durch die Annahme einer 100 %-igen Emission der verwendeten Menge bei der Magnesiumproduktion wahrscheinlich deutlich überzeichnet. Solange keine genaueren Messungen für die Magnesiumproduktion vorliegen, welche die Angabe eines durchschnittlichen Zersetzungsgrads im Prozess ermöglichen, ist eine Quantifizierung der Unsicherheiten für die Emissionsfaktoren nicht möglich.

In der Aluminiumindustrie wurde der Emissionsfaktor auf die maximal gemessenen Emissionen gelegt und nach unten eine Unsicherheit von 50% angenommen, da die Messungen gezeigt haben, dass die Emissionen häufig auch deutlich geringer sind.

4.4.4.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.4)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Die Qualitätssicherung/-kontrolle erfolgte für die Verbrauchsmengen in den Mg-Gießereien durch einen einmaligen Abgleich der Abfrageergebnisse aus den Gießereien mit den Hersteller-Verkaufszahlen für SF₆ insgesamt und mit den Angaben des Gasehandels. Für das Berichtsjahr 2007 wurden zusätzlich Erkenntnisse aus einem Fachgespräch im Dezember 2007 berücksichtigt.

Für die Verbrauchsmengen in den Al-Gießereien erfolgte erstmalig für das Berichtsjahr 2002 ein Abgleich der Verkaufszahlen mit den Verwendungsmengen in der Industrie, der eine Lücke aufzeigte. Diese wurde korrigiert. Die für das Berichtsjahr 2004 verglichenen Verkaufszahlen und Verwendungsmengen in der Industrie zeigten gute Übereinstimmung.

4.4.4.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.C.4)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.4.4.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.C.4)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.4.5 Metallproduktion: Sonstige (2.C.5)

CRF 2.C.5	Gas	HK	1995		2011		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
	HFC 134a	-	-	0,0 (0,00%)	34,7 (0,00%)		

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
HFC	D	PS/NS	D

Die Quellgruppe Metallproduktion: Sonstige ist für HFC-134a-Emissionen aus der Verwendung in Magnesiumgießereien keine Hauptquellgruppe.

4.4.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.5)

Seit dem Jahr 2003 wird zunehmend der HFKW-134a anstelle von SF₆ als Schutzgas über der Schmelze eingesetzt.

4.4.5.2 Methodische Aspekte (2.C.5)

Beim Einsatz von HFKW-134a sind die Berechnungsmethode, der verwendete Emissionsfaktor und die Angaben über die Aktivitätsdaten in der Magnesiumproduktion identisch mit der Verwendung von SF₆ in der Magnesiumproduktion (2.C.4) und werden daher in Kapitel 4.4.4.2 beschrieben.

4.4.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.5)

Eine Quantifizierung der Unsicherheiten ist erfolgt.

4.4.5.4 Quellspezifische Rückrechnungen (2.C.5)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.4.5.5 Geplante Verbesserungen (quellspezifisch) (2.C.5)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.4.5.6 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.5)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

4.5 Andere Produktionen (2.D.)

Unter 2.D.1 Pulp and Paper sind im ZSE prozessbedingte Emissionen aus der Produktion von Spanplatten sowie aus der Produktion von Zellstoff aufgeführt.

Unter 2.D.2 Food and Drink sind prozessbedingte Emissionen aus der Produktion alkoholischer Getränke sowie Brot und anderer Nahrungsmittel zu finden.

4.5.1 Andere Produktionen: Zellstoff- und Papierherstellung (2.D.1)

4.5.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.D.1)

CRF 2.D.1	Gas	HK	1990 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	2011 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Trend

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
NO _x , CO, NMVOC, SO ₂			CS D

Die Quellgruppe *Andere Produktionen – Zellstoff- und Papierherstellung* ist keine Quelle für Treibhausgas-Emissionen und daher auch keine Hauptkategorie.

Alle Emissionen von klimarelevanten Gasen aus der Zellstoff- und Papierindustrie sowie der Spanplattenherstellung in Deutschland resultieren aus der Verbrennung von Energieträgern und werden daher in Kapitel 3.2 als energiebedingte Emissionen berichtet. Prozessbedingte Emissionen von klimarelevanten Gasen im Sinne der *IPCC Good Practice Guidance* (2000) gibt es bei der Zellstoff- und Papiererzeugung nicht.

Die **Herstellung von Zellstoff** nach dem Sulfatverfahren erfolgt in zwei der sechs Zellstoffanlagen in Deutschland mittels Kaustifizierung, wonach die brennstoffbedingten CO₂-Emissionen des Kalkofens bereits über die Brennstoffangaben als energiebedingte Emissionen berücksichtigt sind. Die restlichen vier Anlagen arbeiten nach dem Sulfatverfahren.

Es wurde darauf verzichtet, die länderspezifischen Emissionsfaktoren für CO bei den energiebedingten Emissionen der Zellstoffproduktion mit zu berücksichtigen, da eine Umrechnung der produktbezogenen Emissionsfaktoren in brennstoffbezogene Emissionsfaktoren erforderlich wäre. Diese Umrechnung ist sehr aufwendig. Die CO-Emissionen für die sechs Zellstoffwerke fallen jedoch mengenmäßig neben den CO-Emissionen aus den Papierfabriken kaum ins Gewicht.

Sowohl die Sulfat- als auch die Sulfatzellstoffproduktion ist eine potentielle SO₂-Emissionsquelle. In der Sulfatzellstoffproduktion treten aus den Laugenkesseln, Kalköfen, Rindenkesseln sowie Hilfskesseln auch Emissionen von NO_x, CO und NMVOC auf.

Eine ausführliche Beschreibung der angewendeten Verfahren, hier der Fasergewinnung (einschließlich der Herstellung von Holzstoff) sowie der Papier- und Kartonherstellung einschließlich ergänzender Informationen zu Hilfskesseln, ist dem Anhang 3, Kapitel 19.2.4.1 zu entnehmen.

Spanplatten werden aus Holzspänen mit Zusatz von Bindemitteln unter Einwirkung von Druck und Wärme hergestellt. Hauptquelle der NMVOC Emissionen sind die eingesetzten Holzspäne, aus denen während der Trocknung durch Wärmeeinwirkung NMVOC ausgasen. Auch während des Pressvorgangs können NMVOC aus dem Holz und dem Bindemittel emittieren.

Die Produktion von Spanplatten erfolgt in 16 Anlagen in Deutschland. Bundesweit sind ca. 6.000 Mitarbeiter in den Spanplattenwerken beschäftigt. Die Spanplattenindustrie ist überwiegend durch größere Unternehmen geprägt.

4.5.1.2 Methodische Aspekte (2.D.1)

In der **Zellstoff- und Papierindustrie** treten keine prozessbedingten Emissionen von klimarelevanten Gasen im Sinne der *IPCC Good Practice Guidance* (IPCC, 2000) auf. Für die indirekten Treibhausgase wurden bis zum berichteten Jahr 2004 die in Tabelle 132 aufgeführten Emissionsfaktoren aus den IPCC-Guidelines verwendet.

Tabelle 132: IPCC Default Emissionsfaktoren für SO₂, NO_x, CO, NMVOC aus der Produktion von Zellstoff

	NO _x	CO [kg / t ADt*]	NMVOC	SO ₂
Sulfatzellstoff	1,5	5,6	3,7	7
Sulfitzellstoff				30

* ADt = Air Dried tonne, luftgetrocknet

Ab dem berichteten Jahr 2005 wurden von den Anlagenbetreibern aktualisierte Emissionsfaktoren berichtet.

Tabelle 133: Reale Emissionsfaktoren der deutschen Anlagen aus der Produktion von Zellstoff. (deutscher Beitrag zur Revision des BVT-Merkblattes für die Papier und Zellstoffindustrie 2007)

	NO _x	CO [kg / t ADt*]	NMVOC	SO ₂
Sulfatzellstoff	1,75	0,16	3,7	0,05
Sulfitzellstoff	2,8			2

Im Jahre 2010 wurden in 138 Anlagen folgende Mengen produziert:

Tabelle 134: Zellstoff- und Papierherstellung, produzierte Mengen

Produkt	Produzierte Mengen 2011	
Erzeugung von Papier, Pappe und Karton (PPK)	22,60	Mio. t
Rohstoffproduktion:		
Papierzellstoff	1.563.211	t
davon Sulfitzellstoff	597.541	t
davon Sulfatzellstoff	965.670	t
Holzstoff	1.163.000	t
Altpapierstoff	13.414.000	t
Menge dazu eingesetzten Altpapiers	(16.045.753	t)

Quelle: Verband Deutscher Papierfabriken, Leistungsbericht 2010 (VDP, verschiedene Jahrgänge)

Diese Zahlen können bis zum Basisjahr 1990 zurückverfolgt werden.

Spanplatten**Emissionsfaktoren**

Die Emissionsfaktoren sind auf der Basis von Expertenschätzungen ermittelt worden.

Aktivitätsdaten

Die Aktivitätsdaten entstammen der nationalen Statistik (STATISTISCHES BUNDESAMT: Fachserie 4, Reihe 3.1).

Tabelle 135: Aktualisierte Aktivitätsdaten der Spanplattenindustrie (2.D.3)

Jahr	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Aktivitätsrate der Spanplattenindustrie [in t]	6.502.000	6.460.000	5.300.000	4.575.000	4.561.000	4.488.000

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4 Reihe 3.1

4.5.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.D.1)

Zellstoff & Papier

Für die Berechnung der Emissionen wurden bis zum berichteten Jahr 2004 die IPCC Default-Werte (IPCC, 1996b) verwendet. Ab dem berichteten Jahr 2005 wurden nach Rücksprache mit den deutschen Anlagenbetreibern aktualisierte deutschlandspezifische Emissionsfaktoren in die Emissionsdatenbank ZSE eingefügt. Diese Aktualisierung war erforderlich, da in den vergangenen 5 Jahren erhebliche Modernisierungsmaßnahmen in den deutschen Sulfatzellstoffwerken vollzogen wurden, die zu einer starken Emissionsminderung geführt haben. Diese Arbeiten waren 2005 abgeschlossen. Für die Sulfatzellstoffwerke führten kontinuierliche Verbesserungen zu einer erheblichen SO₂-Minderung gegenüber 1990.

Die Unsicherheiten der Aktivitätsraten betragen schätzungsweise 5-10 %. Die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren betragen schätzungsweise 20 %.

Spanplatten

Die Unsicherheiten für die Aktivitätsraten der Spanplattenindustrie betragen ± 5 % (Expertenschätzung).

4.5.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.D.1)

Aufgrund begrenzter Ressourcen und minimaler Relevanz wird für die Berichterstattung von Precursoren keine QK/QS durchgeführt.

4.5.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.D.1)

Für **Herstellung von Spanplatten** konnte der Datenbestand über die Aktivitätsraten seit 2004 verbessert werden. Die fortgeschriebenen Daten wurden ab 2004 mit Daten des Statistischen Bundesamtes (Fachserie 4 Reihe 3.1) ersetzt.

4.5.1.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.D.1)

Da die Anlagenbetreiber die Emissionsfaktoren aus den internationalen Richtlinien bestätigt haben, sind derzeit keine weiteren Inventarverbesserungen für diese Quellgruppe geplant.

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

4.5.2 Andere Produktionen: Nahrungsmittel und Getränke (2.D.2)

4.5.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.D.2)

CRF 2.D.2	Gas	HK	1990 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	2010 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Trend

- -

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	IE	IE	IE
NMVOC	CS	NS	CS/D

Die Quellgruppe *Andere Produktionen - Nahrungsmittel und Getränke* ist keine Quelle für Treibhausgas-Emissionen und daher auch keine Hauptkategorie.

Emissionen der direkten Klimagase aus der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie in Deutschland resultieren aus der Verbrennung von Energieträgern und werden daher in CRF 1.A.2 berichtet. Als prozessbedingte Emissionen der Nahrungsmittel- und Getränkeherstellung sind Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC) von Bedeutung (IPCC 1996c: S. 2.41). Die Kohlendioxidemissionen aus den eingesetzten Nahrungsmitteln, die während bestimmter Prozesse bei der Produktion anfallen, werden nicht in CRF 2.D.2. berichtet, da sie aus der Verwendung von biologischem Kohlenstoff stammen und nicht zur Netto-CO₂-Emission beitragen. Die mit der Herstellung von Margarine und pflanzlichen Ölen verbundenen Lösemittlemissionen werden in der Quellgruppe 3.D berichtet. Im Quellbereich „Margarine und harte und gehärtete Fette“ werden hier daher tierische Fette berücksichtigt. Das bei der Zuckerherstellung eingesetzte, aus der Verbrennung von Kalkstein gewonnene CO₂ wird während des Produktionsprozesses gebunden. Daher ist dieser Prozess nicht emissionsrelevant (s. UFOPLAN Forschungsprojekt FKZ 205 41 217/02; UBA, 2006).

Die Emissionen der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie werden im Inventar in der „Table2(I)s2“ des sektoralen Reports für Industrielle Prozesse zusammengefasst berichtet. Es wird der IEF in der Tabelle Hintergrunddaten des sektoralen Reports für Industrielle Prozesse „Table2(I).A-G“ als NE angegeben, da die CO₂-Emissionen unter CRF 1.A.2 berichtet werden.

Die Ernährungsindustrie gehört zu den bedeutenden Wirtschaftszweigen in Deutschland; sie erzielte im Jahr 2011 einen Umsatz von 163,3 Mrd. Euro. Bundesweit waren circa 550.000 Personen in 5.960 Unternehmen der Ernährungsindustrie beschäftigt (BVE 2012, S. 4). Die deutsche Lebensmittelindustrie ist stark durch kleine und mittelständische Unternehmen geprägt, knapp 80 Prozent der Betriebe haben weniger als 100 Mitarbeiter und nur etwa 3 Prozent haben mehr als 500 Mitarbeiter (BpB, 2002: S.51).

In der Quellgruppe der Nahrungsmittel und Getränke werden nach IPCC folgende Produkte für die Emissionsberichterstattung betrachtet:

Alkoholische Getränke

- Wein
- Bier
- Spirituosen

Brot und andere Nahrungsmittel

- Fleisch, Fisch und Geflügel
- Zucker
- Margarine und harte und gehärtete Fette
- Kuchen, Kekse und Frühstückscerealien
- Brot
- Tierfutter
- Kaffeeröstung

Für diese Produkte werden Default-Emissionsfaktoren für die NMVOC-Emissionen angegeben (IPCC, 1996c: S. 2.41f):

4.5.2.2 Methodische Aspekte (2.D.2)

Für die Berechnung von Emissionen wurden sofern vorhanden nationale Emissionsfaktoren, ansonsten die von IPCC bzw. CORINAIR empfohlenen Emissionsfaktoren verwendet. Grundlage für die Auswahl der Emissionsfaktoren bildet der Forschungsbericht „Emissionen aus der Nahrungsmittelindustrie“ (FKZ 206 42 101/01; IER, 2008).

Im Zentralen System Emissionen (ZSE) sind Aktivitätsraten (Produktionsmengen) und Emissionsfaktoren für die NMVOC-Emissionen für die betreffenden Branchen angegeben. Die Aktivitätsraten für die jeweiligen Produkte / Produktgruppen stammen aus *STATISTISCHES BUNDESAMT* Fachserie 4, Reihe 3.1 und Fachserie 3, Reihe 3.2.2 mit Ausnahme von Futtermittel. Die Aktivitätsraten für Futtermittel stammen aus BMELV (Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten). Zur Ermittlung der Aktivitätsrate für die Spirituosenherstellung wurde – wegen der höheren Genauigkeit – die Branntweinsteuerstatistik des *Statistischen Bundesamtes* herangezogen.

Tabelle 136 zeigt die ermittelten Aktivitätsraten, verwendeten Emissionsfaktoren sowie die daraus berechneten NMVOC-Emissionen für das Jahr 2011.

Tabelle 136: NMVOC-Emissionen aus der Nahrungsmittelindustrie (2 D 2) im Jahr 2011

Produkt	Aktivitätsraten		Emissionsfaktoren		Emissionen [t]
Brot					
- Industriebäckereien	3.726.421	t	0,3	kg/t	1118,0
- Handwerksbäckereien	915.818	t	3,0	kg/t	2747,5
Kuchen, Kekse, Frühstückscerealien	1.587.154	t	0,1	kg/t	158,7
Zucker	4.4152.766t		0,9	kg/t	3967,0
Fleisch, Geflügel, Fisch	1.549.301	t	0,03	kg/t	46,5
- Fleisch/Fisch, geräuchert	2.319.108	t	0,0023	kg/t	5,3
Tierische Fette	344.959	t	1	kg/t	345,0
Kaffeeröstung	539.890	t	0,069	kg/t	37,2
Futtermittel	20.505.717	t	0,1	kg/t	2050,6
Bier	89.447.120	hl	0,002	kg/hl	178,9
Wein					
- Rotwein	3.500.761	hl	0,08	kg/hl	280,1
- Weißwein	5.022.430	hl	0,035	kg/hl	175,8
- Sonstige Weine	1.353.377	hl	0,058	kg/hl	78,5
Spirituosen	1.198.949	hl	2,93	kg/hl	3512,9

* unter Berücksichtigung von Minderungsmaßnahmen

Für die Quellgruppe 2.D.2 ergeben sich insgesamt 14,7 Gg NMVOC-Emissionen.

4.5.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.D.2)

Die Unsicherheiten der Aktivitätsraten betragen schätzungsweise 5-20 %. Um den Datenbestand zu verbessern und eine möglichst realitätsnahe Schätzung von Emissionen

aus dem Bereich *Nahrungsmittelindustrie* zu ermöglichen, wurde im Rahmen des UFOPLAN von 2006-2008 ein Forschungsprojekt durchgeführt (IER, 2008). Durch dieses Forschungsprojekt konnten für einige Quellbereiche nationale Emissionsfaktoren ermittelt (Zuckerherstellung, Herstellung von Spirituosen, Kaffeeröstung, Räucherung von Fleisch und Fisch), zum Teil nähere Informationen über Art und Umfang von Emissionsminderungsmaßnahmen in den jeweiligen Branchen gewonnen und die Datengrundlage zur Ermittlung von Aktivitätsraten verbessert werden. Sofern keine nationalen Emissionsfaktoren zur Verfügung standen, wurden Emissionsfaktoren aus dem *IPCC Workbook* (1996a, 2.41f) und dem *Emission Inventory Guidebook* (EMEP, 2009) verwendet. Zur Ermittlung von Emissionen bei der Herstellung von sonstigen Weinen (Fruchtweinen) wurde der gemittelte Emissionsfaktor von Rot- und Weißwein herangezogen.

4.5.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.D.2)

Aufgrund begrenzter Ressourcen und minimaler Relevanz wird für die Berichterstattung von Precursern keine QK/QS durchgeführt.

In Berichten anderer Staaten sind kaum Ausführungen zu 2.D.2 enthalten, so dass ein Vergleich zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht möglich ist. Ein Vergleich mit ETS-Daten ist nicht möglich, da in 2.D.2 keine emissionshandelspflichtigen Emissionen anfallen.

4.5.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.D.2)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.5.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.D.2)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.6 Produktion von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF₆ (2.E)

CRF 2.E	Gas		HK		1995		2011		Trend
					Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
	HFC	L	T	4.218,5	(0,35%)	41,4	(0,00%)	-99,02%	
	SF ₆	-	-	167,3	(0,01%)	101,8	(0,01%)	-39,14%	
	PFC	-	-	C	C	C	C	C	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
HFC	Tier 3	PS	PS
SF ₆	Tier 3	PS	PS

Die Quellgruppe *Produktion halogener Kohlenwasserstoffe* ist für HFKW-Emissionen eine Hauptkategorie nach dem Level und dem Trend. Die Quellgruppe ist unterteilt in Emissionen durch Nebenprodukte (2.E.1 By-product Emissions) und in herstellungsbedingte Emissionen (2.E.2 Fugitive Emissions).

4.6.1 By-Product Emissionen (2.E.1)

4.6.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.E.1)

Bei der Herstellung von HFCKW-22 fällt prozessbedingt bis zu 3 % HFKW-23 als Nebenprodukt an. Selbst bei Weiterverarbeitung (z.B. zu Kältemitteln) oder beim Auffangen

zur stofflichen Zersetzung ist es technisch bedingt unvermeidlich, dass ein Teil des HFKW-23 in die Atmosphäre entweicht.

In Deutschland gab es zwei Produktionsanlagen für HFCKW-22, die von einem Unternehmen betrieben wurden, eine in Frankfurt und eine in Bad Wimpfen. Seit Inbetriebnahme der FCKW-Spaltanlage in Frankfurt im Jahr 1995 wurde der bei der HFCKW-22 Produktion entstehende überschüssige HFKW-23 dort direkt der Hochtemperaturspaltung mit Rückgewinnung von Flusssäure zugeführt, d.h. es entstanden keine nennenswerten Emissionen. Das an der zweiten deutschen Produktionsanlage entstandene HFKW-23 wurde quantitativ an der Produktionsanlage aufgefangen und entweder als Kältemittel oder - nach weitergehender destillativer Reinigung - als Ätzgas für die Halbleiterindustrie vermarktet. Der nicht verkäufliche Überschuss wurde seit 1999 nach Frankfurt an die Spaltanlage geliefert. Durch diese Maßnahme konnten die Emissionen maßgeblich gesenkt werden. Die HFCKW-22 Produktion wurde Mitte 2010 in beiden Standorten beendet. Ab 2011 fallen keine HFKW-23 Emissionen mehr an.

4.6.1.2 Methodische Aspekte (2.E.1)

Basierend auf Herstellerinformationen aus dem Jahr 1996 werden die HFKW-23-Emissionen für die Jahre 1990 bis 1994 als konstant angenommen.

Seit 1995 wurden die Emissionen anhand der HFCKW-22 Produktionsmenge, einer jährlichen Messung der HFKW-23-Konzentration im Abgas, der HFKW-23 Verkaufsmenge und der Menge an HFKW-23, welche der Spaltanlage zugeführt wurde, vom Hersteller über eine Massenbilanz berechnet. Dabei wurden für das Berichtsjahr 1995 bei der ersten Produktionsanlage seit Jahresmitte Maßnahmen (Spaltanlage) zur Vermeidung von Emissionen zu Grunde gelegt.

Emissionsfaktoren

Da die HFCKW-Produktionsmenge nicht mitgeteilt wurde, konnte kein Emissionsfaktor bestimmt und mit dem IPCC Standard-Emissionsfaktor verglichen werden.

Aktivitätsdaten

Die Emissionen des HFKW-23 wurden vom Hersteller mitgeteilt.

Da die Anzahl der Hersteller in Deutschland unter drei liegt sind die Emissionen vertraulich und werden für SF₆ aggregiert mit anderen vertraulichen Daten in 2.G berichtet. Die anderen F-Gase werden als „unspecified mix“ in 2E berichtet als Aggregat von 2.E.1 und 2.E.2.

4.6.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.E.1)

Die für die Berechnung der Emissionen zu Grunde gelegten Produktionszahlen können als sehr genau angenommen werden, da es sich um interne Aufzeichnungen der Hersteller handelt.

4.6.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.E.1)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

4.6.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.E.1)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.6.1.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.E.1)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.6.2 Herstellungsbedingte Emissionen (2.E.2)**4.6.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.E.2)**

In Deutschland gibt es ein Unternehmen, das an zwei Standorten HFKW und SF₆ produziert. Die Emissionsentwicklung geht mit der Entwicklung der Produktionsmengen einher. Während SF₆ und der HFKW-134a in Deutschland produziert werden, fand für den HFKW-227ea bis zum Jahr 2008 keine vollständige Synthese in Deutschland statt. Vielmehr wurde ein Teil des im spanischen Tarragona produzierten HFKW-227ea einer abschließenden Destillation in Deutschland unterzogen, um pharmazeutische Reinheit zu erzielen (Einsatz in Dosieraerosolen). Dabei entstanden Emissionen aufgrund geringfügiger Gasverluste.

Der HFKW-134a wird seit 1994 produziert, der HFKW-227ea seit 1996.

4.6.2.2 Methodische Aspekte (2.E.2)**Emissionsfaktoren**

Aus den vom Hersteller gemeldeten Emissions- und Produktionsmengen kann ein Emissionsfaktor errechnet werden. Dieser wird aber auch aufgrund der Vertraulichkeit der Daten nicht veröffentlicht.

Aktivitätsdaten

Als einziger Hersteller von HFKW in Deutschland unterliegen die Daten des Unternehmens der Vertraulichkeit. Die Emissions- und Produktionsmengen werden dem Umweltbundesamt gemeldet, aber nur aggregiert mit den Emissionen aus der CRF-Unterquellgruppe 2.E.1 berichtet.

4.6.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.E.2)

Die für die Berechnung der Emissionen zu Grunde gelegten Produktionszahlen können als sehr genau angenommen werden, da es sich um interne Aufzeichnungen der Hersteller handelt.

4.6.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.E.2)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

4.6.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.E.2)

Aufgrund von Eingabefehlern in der letzten Submission war eine Rekalkulation der Aktivitätsraten, des Emissionsfaktors und der Emissionen für SF₆ notwendig. Details können aus Vertraulichkeitsgründen hier nicht dargestellt werden.

4.6.2.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.E.2)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.6.3 Sonstige (2.E.3)

Es sind keine weiteren Emissionsquellen für Treibhausgase bekannt.

4.7 Verbrauch von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF₆ (2.F)

CRF 2.F	Gas	HK	1995		2011		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
Consumption of Halocarbons and SF ₆	SF ₆	L	T	C	C	C	C	C
Consumption of Halocarbons and SF ₆	HFC	L-	T	C	C	C	C	C
Consumption of Halocarbons and SF ₆	PFC			C	C	C	C	C

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
HFC, PFC, SF ₆		s. Tabelle 137	

Die Quellgruppe *Verbrauch halogener Kohlenwasserstoffe und SF₆* ist für SF₆- und HFKW-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Zu der Quellgruppe 2.F gehören Kälte- und Klimaanlage (2.F.1), die Schaumherstellung (2.F.2), Feuerlöschmittel (2.F.3), Aerosole (2.F.4), Lösemittel (2.F.5), andere Anwendungen, die ODS-Ersatzstoffe verwenden (2.F.6), die Halbleiterproduktion (2.F.7), Elektrische Betriebsmittel (2.F.8) und andere Anwendungen (2.F.9). Zwecks genauerer Datenerhebung erfolgt eine weitere Unterteilung dieser Unterquellgruppen, die in den folgenden Unterkapiteln beschrieben wird.

Die Verwendung als Kältemittel in der stationären und mobilen Kühlung ist mit über drei Vierteln der Emissionsmenge die größte Quelle der HFKW-Emissionen von 2.F, der Verwendung von fluorierten Treibhausgasen. Die verbleibenden Emissionen verteilen sich auf Schäume und Aerosole, sowie in geringen Mengen auf Feuerlöscher, Lösemittel und die Halbleiterherstellung.

Die FKW-Emissionen stammen ca. zu zwei Dritteln aus der Halbleiterindustrie (inkl. Leiterplatten, wegen geringer Relevanz nicht separat betrachtet) und zu einem Drittel aus Kälte- und Klimaanlage. Geringe Mengen stammen noch aus Schuhen und der Produktion von Photovoltaikmodulen (PV-Module).

Die SF₆-Emissionen stammen ca. zur Hälfte aus Schallschutzscheiben, hier sind die Emissionen vor allem auf die Freisetzung bei der Entsorgung von Schallschutzscheiben zurückzuführen. Etwa ein Viertel der Emissionen sind aus elektrischen Betriebsmitteln. Die verbleibenden Emissionen sind dominiert durch die Produktion von PV-Modulen, gefolgt von der Produktion optischer Glasfasern. Geringe Mengen stammen aus der Halbleiterindustrie, Autoreifen und Spurengasen. Zu den Emissionsquellen Schuhe, AWACS und Schweißen können aufgrund der Vertraulichkeit der Daten hier keine Aussagen zu Mengen getroffen werden.

Tabelle 137: Überblick über Methoden und verwendete Emissionsfaktoren für das aktuelle Berichtsjahr in der Quellgruppe 2.F - Verbrauch von HFKW, FKW und SF₆.

		Methode	Schadstoff			Emissionsfaktor (dimensionslos)			
			HFKW	FKW	SF ₆	Herstellung	Anwendung	Entsorgung	
1. Kälte- und Klimaanlage	2.F.1								
Haushaltskälte	2.F.1a	Tier 2a	HFKW			NO	0,003 (D)	0,3 (D)	
Gewerbekälte	2.F.1b					0,005 (D)	0,01 - 0,015 (D)	0,522 – 0,72 (CS)	
- Steckerfertige Geräte						0,01 (D)	0,068 - 0,1 (D)	0,323 – 0,595 (CS)	
- Verflüssigungssätze				FKW		0,01 (D)	0,049 – 0,2 (D)	0,216 – 0,7 (D)	
- Zentralanlagen				FKW		5 g/Anlage (CS, D)	0,1 - 0,3 (CS, D)	0,3 (D)	
Transportkälte (Fahrzeuge und Container)	2.F.1c			FKW		0,005 – 0,01 (D)	0,063 - 0,09 (CS, D)	0,21 – 0,68 (CS)	
Industriekälte	2.F.1d								
Stationäre Klimaanlage	2.F.1e					0,005 (D)	0,0388 - 0,06 (D)	0,221 - 0,45 (CS)	
- Großklimaanlagen						0,005 (D)	0,02 – 0,025 (D)	0,364 – 0,563 (CS)	
- Wärmepumpen						0,005 (CS)	0,003 (CS)	NO	
- Wärmepumpentrockner						0,01 - 0,1 (D, CS)	0,025 – 0,1 (D, CS)	0,3325 – 0,7 (CS)	
- Raumklimageräte	2.F.1f								
Mobile Klimaanlage						5 g/Anlage (CS)	0,15 (D)	0,21 (CS)	
- Lkw						3 g/Anlage (CS)	0,1 (D)		
- PKW						50 g/Anlage (CS)	0,15 (D)		
- Busse						0,01 (CS)	0,1 – 0,3 (CS)	NO	
- Schiffe						0,002 (CS)	0,06 (CS)		
- Schienenfahrzeuge				5 g/Anlage (CS)	0,15 - 0,25 (CS)	0,3 (CS)			
- Landmaschinen									
2. Schaumherstellung	2.F.2								
Hartschaum mit 134a	2.F.2a	Tier 2a	HFKW			0,1 (D)	0,005 (D)	NO	
Hartschaum mit 365mfc/245fa/227ea						0,15 (CS)	0,01 (CS)		
Integralschaum						1 (CS)	NO		
Montageschaum (134a)						0,5 g/Dose (CS)	1 (CS)		
Montageschaum (152a)						0,5 g/Dose (CS)	1 (CS)		
XPS-Schaum (134a)						C	0,0066 (CS)		
XPS-Schaum (152a)						1 (CS)	NO		
3. Feuerlöschmittel	2.F.3	CS	HFKW			0,001 (CS)	0,01 – 0,08 (CS) 0,04 (D)	1,0 (D)	
4. Aerosole	2.F.4								
Dosieraerosole	2.F.4a	CS	HFKW			0,01 (CS)	1 (CS)	NO	
Sonstige Aerosole/Novelties	2.F.4b/c	Tier 2				0,015 (CS)	1 (D)		
5. Lösemittel	2.F.5	Tier 2				NO	1 (D)		
6. Andere Anwendungen, die ODS Ersatzstoffe verwenden	2.F.6					NO	NO		
7. Halbleiterproduktion	2.F.7	Tier 2a	HFKW	FKW	SF ₆	C (CS)	NO		

		Methoden	Schadstoff			Emissionsfaktor (dimensionslos)		
			HFKW	FKW	SF ₆	Herstellung	Anwendung	Entsorgung
8. Elektrische Betriebsmittel	2.F.8							
Schaltanlagen	2.F.8a	Tier 3a			SF ₆	0,02 (CS)	0,001 – 0,01 (CS)	0,015 (CS)
Sonstige	2.F.8b	CS				0,15 – 1 (CS)	0,006 – 0,003 (CS)	NO
9. Sonstige	2.F.9							
Isolierglasfenster	2.F.9a	Equ. 3.24 ff			SF ₆	0,33 (D)	0,01 (D)	1 (D)
Autoreifen	2.F.9b	Equ. 3.23				NO	NO	1 (D)
Sportschuhe	2.F.9c	Equ. 3.23		FKW		NO	NO	1 (D)
Spurengas	2.F.9d	Equ. 3.22				NO	1 (D)	NO
AWACS Wartung	2.F.9e	CS				NO	C	NO
Schweißen	2.F.9f	CS				NO	1 (CS)	NO
Optische Glasfasern	2.F.9g	CS				0,7 (CS)	NO	NO
Photovoltaik	2.F.9h	CS		FKW		0,058 (CS)	NO	NO

Equ. = Equation; Gleichung aus den IPCC GPG (2000)

Halogenierte Kohlenwasserstoffe und SF₆ werden in verschiedenen Anwendungen eingesetzt. Während die eingesetzten Stoffe in einigen, so genannten offenen Anwendungen vollständig und noch im selben Jahr emittieren, kommt es in anderen Anwendungen zu großen Speichermengen (stocks). Aus diesen „stocks“ emittieren sie ganz oder teilweise über die gesamte Nutzungsphase und bei der Entsorgung. Die Angabe eines gemittelten Emissionsfaktors ist daher nicht möglich oder sinnvoll. Die meisten der verwendeten EF sind länderspezifisch (CS), einige auch IPCC Default (D).

Die in einem Berichtsjahr langsam aus dem „stock“ entweichenden, sowie bei der Herstellung und Entsorgung emittierenden Mengen an HFKW, FKW und SF₆ stellen die „aktuellen Emissionen (A)“ dar, wie sie in Table 2(II)s2 der Inventartabellen angegeben sind.

Demgegenüber entsprechen die in Tabelle 2 (II) s2 angegebenen potentiellen Emissionen eines Schadstoffes jeweils der Produktionsmenge im Land zuzüglich der Importmenge und abzüglich der Exportmenge. Die entsprechenden Mengen werden durch Auswertung statistischer Erhebungen und Expertenschätzungen (z.B. für Füllmengen) erhoben.

Die für die einzelnen Produktgruppen erhobenen Emissionsdaten setzen sich im Allgemeinen aus Herstellungs-, Anwendungs- und Entsorgungsemissionen zusammen. Sofern nicht bei den jeweiligen Methoden etwas anderes angegeben ist, werden sie folgendermaßen berechnet:

1. Herstellungsemissionen werden über den Inlands-Neuverbrauch als Aktivitätsrate bestimmt:

Gleichung 1:

$$EM_{\text{Herstellung}} = EF_{\text{Herstellung}} * \text{Inlands-Neuverbrauch}$$

2. Anwendungsemissionen basieren auf dem mittleren Jahresbestand an Schadstoff als Aktivitätsrate und werden mit folgender Formel berechnet:

Gleichung 2:

$$EM_{\text{Anwendung}} = EF_{\text{Anwendung}} * \text{Mittlerer Bestand}$$

Dieser Mittlere Bestand ist die Hälfte der Summe des Endbestands des Vorjahres (n-1) und des aktuellen Jahres (n), wobei die Summation vom erstmaligen Anwendungsjahr an durchgeführt wird. So ergibt sich ein akkumulierter Schadstoffbestand, der im Mittel des Jahres n besteht.

Der Endbestand des aktuellen Jahres wird durch Summation der jährlichen Neuzugänge vom ersten bis zum aktuellen Berichtsjahr errechnet. Der Neuzugang eines Jahres ist der Inlands-Neuverbrauch, von dem Herstellungsemissionen und durch Abgänge verursachte Verluste subtrahiert werden. Hier muss auch noch der Außenhandel mit berücksichtigt werden.

3. Entsorgungsemissionen beziehen sich auf den Neuzugang des Jahres, das x Jahre (entsprechend der Produktlebensdauer) vor dem aktuellen Berichtsjahr n liegt:

Gleichung 3:

$$EM_{\text{Entsorgung}} = EF_{\text{Entsorgung}} * \text{Neuzugang}(n-x)$$

In diesem Kapitel werden die Abschnitte *Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz*, *Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung*, *Quellenspezifische Rückrechnungen* und *Geplante Verbesserungen* zum Teil auf die gesamte Quellgruppe, die Unterquellgruppe oder auch nur auf eine Teilgruppe bezogen. Der Bezug ist aus der Angabe der CRF-Nummer in der Abschnittsüberschrift ersichtlich.

4.7.1 Kälte und Klimaanlage (2.F.1)

4.7.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.1)

Dieser Bereich wird in die Teilgruppen Haushaltskälte, Gewerbekälte, Transportkälte, Industriekälte, stationäre Klimaanlage und mobile Klimaanlage (siehe Tabelle 137) gegliedert.

Die mit Abstand wichtigsten HFKW-Kältemittel sind in Deutschland der HFKW-134a und die Gemische R404A, R407C, R410A und R507A.

Für die Berechnung der HFKW-Emissionen aus den Untergruppen der Kälte- und stationären Klimaanlage werden je nach Gruppe Einzeldaten erhoben oder Kältemittel-Modelle genutzt und bei der jeweiligen Methode beschrieben.

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind das Ergebnis von Expertenbefragungen. Entsorgungsemissionen in dieser Quellgruppe treten erstmals im Jahr 2000, in der Unterquellgruppe 2.F.1.b (Gewerbekälte), auf.

4.7.1.2 Methodische Aspekte (2.F.1)

4.7.1.2.1 Haushaltskälte (2.F.1.a)

1994 stellten inländische Produzenten von Haushaltskühl- und Gefriergeräten von FCKW-12 auf HFKW-134a um und kurze Zeit später auf Isobutan. Ein geringer Anteil von Geräten mit HFKW-134a wird aber seit 1993 importiert.

Mit Gleichung 2 werden die jährlichen HFKW-Emissionen auf Basis des mittleren Bestands berechnet. Dazu ermittelt und aggregiert man den jährlichen HFKW-Neuzugang seit 1993.

Herstellungsverluste und der Neuverbrauch fürs Inland brauchen nicht bestimmt zu werden, da Befüllungen nur im Ausland erfolgen.

Emissionsfaktoren

Die laufenden HFKW-Emissionen aus Haushaltskühl- und Gefriergeräten werden auf 0,3 % geschätzt und liegen damit im Bereich des von IPCC–GPG (2000) in Tabelle 3.22 angegebenen Wertebereichs von 0,1 bis 0,5 %.

Der Emissionsfaktor der Entsorgung entspricht mit einem Wert von 30 % dem von IPCC–GPG (2000) in Tabelle 3.22 angegebenen Wert.

Aktivitätsdaten

Der jährliche Neuzugang von 1 % der Neugeräte ist eine Schätzung führender Kühlgerätehersteller.

Die durchschnittliche Lebensdauer der Geräte wird auf 15 Jahre festgesetzt. Dies liegt im oberen Bereich des in IPCC–GPG (2000) in Tabelle 3.22 angegebenen Wertebereichs von 12 bis 15 Jahren.

4.7.1.2.2 Gewerbekälte (2.F.1.b)

Die Gewerbekälte ist die größte und zugleich heterogenste Anwendung von HFKW. Es erfolgt eine Unterteilung in steckerfertige Geräte, Verflüssigungssätze und Zentralanlagen. Bei Zentralanlagen resultiert die Vielfalt in Bezug auf Bauart, Größe, Kältemitteltyp und Emissionsdichtheit aus der überwiegenden Konzeption individuell angepasster Lösungen. Bei steckerfertigen Geräten und Verflüssigungssätzen ist dies weniger ausgeprägt. Aufgrund der außerordentlich großen Zahl an Kältefachbetrieben ist eine detaillierte statistische Erfassung der Kältemittel-Bestände nicht praktikabel, so dass eine andere Berechnungsmethode angewendet wird.

Der Einsatz der HFKW als Kältemittel begann nur zögerlich. So wurde der HFKW-134a erst Mitte 1993 in nennenswertem Umfang eingesetzt. Das Kältemittelgemisch R404A kam ebenfalls erst ab 1993 zum Einsatz, das Kältemittelgemisch R407C wird seit 1996 und die verschiedenen R422-Gemische, die als drop-in Kältemittel bei der Umrüstung von HFCKW-22-Anlagen eingesetzt werden, erst ab 2009 verwendet.

Heute ist das wichtigste HFKW-Kältemittel für stationäre Kälteanlagen die Mischung R404A, noch vor dem HFKW-134a. Auch die Mischungen R407C und R422 spielen inzwischen eine nicht zu vernachlässigende Rolle.

Zur Berechnung der Emissionen von *Zentralanlagen* der Gewerbekälte, die im Lebensmitteleinzelhandel zum Einsatz kommen, wird das folgende Kältemodell verwendet (s. SCHWARZ et al., o.J.):

- Der Außenhandel mit vor Ort errichteten Kälteanlagen ist vernachlässigbar, so dass der jährliche HFKW-Verbrauch für Neuanlagen gleich dem HFKW-Zugang in Neuanlagen ist.
- Ausgangspunkt für die Berechnungen ist, mit Ausnahme von Discountern, nicht die Zahl der Betriebe, sondern die Verkaufsfläche der Lebensmitteleinzelhandels-geschäfte. Die Verkaufsflächen bzw. die Anzahl der Discounter werden jährlich statistisch erfasst.

- Von einem typischen Supermarkt mittlerer Größe wird der Koeffizient „Kilogramm pro Quadratmeter Verkaufsfläche“ abgeleitet. Dieser beträgt 0,23 kg/m². Für Discounter wird der Koeffizient „Kilogramm pro Discount-Markt“ bestimmt. Er hat eine Größe von 80 kg/Markt. Mit Hilfe dieser Koeffizienten wird der jährliche Kältemittelbestand für die sechs Marktformate SB-Warenhaus (SB = Selbstbedienung), großer Verbrauchermarkt, kleiner Verbrauchermarkt, Supermarkt, Cash&Carry-Markt und Discount-Markt berechnet.
- Die nach Kältemitteltypen untergliederten Kältemittelbestände der verschiedenen Marktformate werden mit Hilfe von prozentualen Kältemittelzusammensetzungen bestimmt. Die Kältemittelzusammensetzungen werden in statistischen Rechenmodellen abgeleitet, die auf Expertenschätzungen beruhen. Hierbei wird zwischen großen Märkten (Cash-und-Carry-Märkte, große Verbrauchermärkte und SB-Warenhäuser) und kleinen Märkten (Supermärkte, kleine Verbrauchermärkte und Discounter) unterschieden.
- Die Division der Kältemittelbestände durch die durchschnittliche Lebensdauer der Anlagen (14 Jahre) führt zum HFKW-Zugang in Neuanlagen.
- Herstellungsemissionen und Bestandsemissionen werden durch Gleichung 1 und Gleichung 2 errechnet. Die Herstellung erfolgt i.d.R. vor Ort.
- Der Austausch von FCKW und HFCKW in Altanlagen wird gesondert berücksichtigt.
- Entsorgungsemissionen traten bei Zentralanlagen erstmalig im Jahr 2000 auf. Der Abgang von Kältemittel wird mit Hilfe der durchschnittlichen Lebensdauer, bei Zentralanlagen 14 Jahren, errechnet. Die nominale Entsorgungsmenge entspricht dabei dem Neuzugang, den eine Anlage bei Inbetriebnahme enthielt. In der Praxis enthalten die Anlagen zum Zeitpunkt der Entsorgung jedoch weniger Kältemittel als die nominale Füllmenge, da in der Zeit vor der Außerbetriebnahme in der Regel nicht nachgefüllt wird. Daher wird der bei der Entsorgung vorliegende aktuelle Füllstand, die „effektive“ Entsorgungsmenge, mit Hilfe von prozentualen Restfüllständen ermittelt. In die Bestimmung der Restfüllstände fließt als wichtigster Faktor der Kältemittelverlust ein, bei dem eine Anlage nachgefüllt werden muss, um ihre Funktionsfähigkeit aufrecht zu erhalten. Der effektive Füllstand am Lebensende ist um die Hälfte der Differenz zwischen technischem Mindestfüllstand und Nominalfüllmenge größer als der technische Mindestfüllstand. Er beträgt für Zentralanlagen 87,5 % der Nominalfüllmenge.
- Die Entsorgungsemissionen werden durch Multiplikation der so bestimmten „effektiven“ Entsorgungsmenge mit dem umgekehrten Rückgewinnungsfaktor mit Gleichung 4 berechnet:

Gleichung 4:

$$EM_{\text{Entsorgung}} = \text{Neuzugang}(n-x) * \text{Restfüllstand} * (1 - \text{Rückgewinnungsfaktor})$$

Auch bei *Verflüssigungssätzen* der Gewerbekälte ist der Kältemittelbestand zentraler Bezugspunkt des Kältemittelmodells zur Berechnung der Emissionen:

- Ausgangspunkt für die Berechnungen ist die Anzahl von Betrieben in den zahlreichen Anwendungssektoren von Verflüssigungssätzen, deren Auswahl auf einer Studie des VDMA (2011) beruhen. Dazu zählen Getränkeabholmärkte, Tankstellenshops, Gärtnereien, Blumengeschäfte, Blumengroßhandel, Kantinen, Caterer, Krankenhäuser, Pflegeheime, Gaststätten- und Beherbergungsgewerbe, Fleischerfachbetriebe und -filialen, Bäckereihandwerk und -filialen, Discount-Märkte, kleine Lebensmitteleinzelhandelsgeschäfte und der Facheinzelhandel mit Nahrungsmitteln. Die Anzahl der Betriebe wird aus öffentlich zugänglichen Statistiken jährlich aktualisiert.
- Der Kältemittelbestand für die einzelnen Sektoren berechnet sich als Produkt aus der jeweiligen Anzahl der Betriebe, den sektorspezifischen Füllmengen, die durch Literaturrecherche und Expertenbefragungen ermittelt wurden, und den prozentualen Kältemittelzusammensetzungen. Die Kältemittelzusammensetzung wird in einem statischen Rechenmodell abgeleitet (s. SCHWARZ et al., o.J.).
- Die Division des Gesamtkältemittelbestands durch die durchschnittliche Lebensdauer von Verflüssigungssätzen (12 Jahre) führt zum HFKW-Zugang in Neuanlagen.
- Herstellungsemissionen und Bestandsemissionen werden durch Gleichung 1 und Gleichung 2 errechnet.
- Durch Gleichung 4 werden die Entsorgungsemissionen berechnet. Die nominale Entsorgungsmenge ist sowohl quantitativ als auch von der Kältemittelzusammensetzung her mit der Erstbefüllung vor 12 Jahren identisch. Der effektive Füllstand am Lebensende beträgt für Verflüssigungssätze 85 % der Nominalfüllmenge.

Die Anwendungssektoren für hermetische *steckerfertige Systeme* decken sich überwiegend mit denen für Verflüssigungssätze. Die Berechnung der Emissionen entspricht dem unter Verflüssigungssätzen beschriebenen Kältemittelmodell. Die durchschnittliche Lebensdauer der Geräte beträgt 10 Jahre, der Restfüllstand bei Entsorgung 90 % der Nominalfüllmenge.

Emissionsfaktoren

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind das Ergebnis von Expertenbefragungen und Literaturlauswertungen.

Die Befüllungsemissionen sind bei kältetechnischen Anlagen im Allgemeinen gering. IPCC-GPG gibt für „initial emission“ in Tabelle 3.22 0,5 bis 3 Prozent der Erstbefüllung an, der länderspezifische $EF_{\text{Herstellung}}$ liegt mit 0,5 % für steckerfertige Geräte sowie 1 % für Zentralanlagen und Verflüssigungssätze innerhalb dieses Bereichs.

Die laufenden (H)FKW-Emissionen aus stationären Kälteanlagen der *Gewerbekälte* differieren stark voneinander nach der Anlagenbauart. So reicht der Kältemittelverlust von 1 bis 1,5 % für Einzelgeräte bis 20 % für umgerüstete, alte Zentralanlagen. Die Emissionsfaktoren der Anwendung sinken für alle Anlagen und Geräte der Gewerbekälte von 1993 an kontinuierlich ab (siehe Tabelle 137), um dem Umstand des zunehmend sorgsameren Umgangs mit Kältemitteln Rechnung zu tragen. Alle verwendeten Werte liegen verglichen mit den von IPCC-GPG (2000) in Tabelle 3.22 angegebenen Werten von 1 bis 10 % für Einzelgeräte und 10 bis 30 % für gewerbliche Kälteanlagen im unteren Bereich.

Auch die Emissionsfaktoren der Entsorgung entwickeln sich kontinuierlich nach unten. Der Emissionsfaktor der Entsorgung liegt im Jahr 2011 mit 52,2 % für steckerfertige Geräte und

32,3 % für Verflüssigungssätze aber immer noch über der von IPCC-GPG (2000) in Tabelle 3.22 angegebenen Größenordnung von 10 bis 30 Prozent für Gewerbekälte. Bei diesen Geräten wird eine sachgemäße Entsorgung der Kältemittel oft noch unterlassen, da Aufwand und Kosten dafür sehr hoch sind. Dies gilt in erhöhtem Maße für kleinere Geräte. Zentralanlagen liegen mit 20 % im Jahr 2011 aber innerhalb des vorgegebenen Bereichs. Für diese großen Anlagen sind Verluste fast vollständig identisch mit der praktisch nicht absaugbaren Restmenge. Nur für umgerüstete FCKW-12-Anlagen wird ein höherer Entsorgungsemissionsfaktor angenommen, da zum Zeitpunkt der Entsorgung von Altanlagen weniger Kältemittel zurückgewonnen werden konnte.

Aktivitätsdaten

Die Verkaufsflächen der Lebensmitteleinzelhandelsgeschäfte werden jährlich statistisch durch zwei Marktforschungsinstitute⁴⁷ erfasst. Das EHI erhebt ebenfalls die Anzahl der Discounter. Auch die Anzahl der Gewerbebetriebe wird jährlich aus verschiedenen, öffentlich verfügbaren Statistiken aktualisiert (s. SCHWARZ et al., o.J.).

Die typische kältetechnische Ausstattung von Gewerbebetrieben beruht auf Literatursauswertung und Expertenschätzung. Der Koeffizient „Kilogramm pro Quadratmeter Verkaufsfläche“ bzw. „Kilogramm pro Discounter“ ist von Experten mit Hilfe von Fachliteratur semiempirisch bestimmt worden. Die Füllmengen von Verflüssigungssätzen und steckerfertigen Geräten sind durch Fachgespräche mit deutschen Kälteanlagenbauern und Literaturrecherche bestimmt worden.

4.7.1.2.3 Transportkälte (Kühlfahrzeuge und –container) (2.F.1.c)

HFKW werden in *Kühlfahrzeugen* seit 1993 als Kältemittel eingesetzt. Heute kommen als Kältemittel in Kühlfahrzeugen überwiegend der HFKW-134a und die Kältemittelgemische R404A und R410A zum Einsatz. Dem Ladevolumen der Kühlfahrzeuge entsprechend variieren Größe und Kältemittelfüllung der Kälteaggregate.

Kühlcontainer werden vor allem für den Transport verderblicher Waren auf Seeschiffen eingesetzt. Da die Emissionen vorzugsweise in internationalen Gewässern erfolgen, werden die Kältemittlemissionen entsprechend dem Anteil eines Landes am Welthandel aufgeteilt. Deutschland werden 10% der weltweiten Emissionen aus dem Bestand von Kühlcontainern zugerechnet. Bevorzugtes Kältemittel ist seit 1993 der HFKW-134a. Seit 1997 wird auch R404A eingesetzt.

Es wird folgendes Kältemodell für *Kühlfahrzeuge* angewendet:

- Die gesamte Untergruppe *Transportkälte* wird in vier Kühlfahrzeug-Größenklassen eingeteilt: 2-5 t, 5-9 t, 9-22 t und > 22 t zulässiges Gesamtgewicht.

⁴⁷ EHI – EuroHandelsinstitut, Köln, The Nielsen Company GmbH, Frankfurt am Main.

- Den Größenklassen werden Kältemittel (Typ) und spezifische Kältemittel-Füllmengen zugeordnet und jedem Kältemittel ein prozentualer Anteil an der Größenklasse zugeteilt. Gegebenenfalls muss die Kältemittelaufteilung modifiziert werden. Seit dem Berichtsjahr 2006 wird in der Hälfte der kleinen Anlagen bis 5 t zulässigem Gesamtgewicht das Kältemittel R404A eingefüllt. Bis 2005 wurde ausschließlich HFKW-134a eingesetzt. In der Größenklasse 5-9 t zulässigem Gesamtgewicht werden seit 1993 jeweils 50 % HFKW-134a und R404A eingefüllt, in der Größenklasse 9-22 t und > 22 t kommen HFKW-134a, R404A und R410A zum Einsatz.
- Die Anzahl der neu zugelassenen Kühlfahrzeuge und der im Inland befüllten Kühlfahrzeuge (nach Kältemittel) wird für jedes Jahr ermittelt. Aus der Anzahl neu zugelassener Kühlfahrzeuge und den o.g. Annahmen ergibt sich der jährliche Neuzugang an Kältemitteln.
- Durch Kenntnis des Endbestands des Vorjahres können der mittlere Jahresbestand und der Jahresendbestand errechnet werden.
- Gemäß FCKW-Halon-Verbotsordnung wurden in einer gewissen Zahl von Altanlagen FCKW-12 durch HFKW ausgetauscht. Diese Mengen sind dem jährlichen Neuzugang zuzuschlagen.
- Herstellungsemissionen werden mit Gleichung 1 berechnet, da auf den Neuverbrauch bezogen wird. Die Möglichkeit über die Anzahl neu befüllter Fahrzeugkälteanlagen und dem Befüllungsverlust pro Anlage Emissionen zu berechnen wird nicht angewendet. Bestandsemissionen werden mit Gleichung 2 berechnet.
- Die Lebensdauer von Altanlagen liegt mit 7 Jahren innerhalb der vom IPCC vorgeschlagenen Werte. Die Lebensdauer von Neuanlagen beträgt 10 Jahre und ist damit etwas höher als die in IPCC-GPG in Tabelle 3.22 angegebene Größenordnung von 6 bis 9 Jahren. Entsorgungsemissionen traten bei Kühlfahrzeugen erstmalig im Jahr 2003 auf. Diese werden durch Gleichung 3 errechnet.

Im IPCC-GPG (2000) wird ein bottom-up Ansatz formuliert, der sich aber nur auf Kühlfahrzeuge auf der Straße bezieht.

Für *Kühlcontainer* wird folgendes Kältemittel-Modell angewendet:

- Die Anzahl der weltweit produzierten Kühlcontainer wird für jedes Jahr ermittelt.
- Der weltweite HFKW-Neuzugang für Kühlcontainer wird mit Hilfe der jährlichen Stückzahlen aus der Weltproduktion in Kombination mit den Füllmengen und den Kältemittelanteilen ermittelt.
- Der HFKW-Neuzugang Deutschlands wird aus dem weltweiten Neuzugang entsprechend seinem Anteil am Welthandel, der bei 10 % liegt, berechnet.
- Durch Kenntnis des Endbestands des Vorjahres können der mittlere Jahresbestand und der Jahresendbestand errechnet werden.
- Bestandsemissionen werden mit Gleichung 2 berechnet.
- Da Kühlcontainer nur außerhalb Deutschlands produziert werden, fallen im Inland keine Emissionen aus der Befüllung an.
- Bei einer durchschnittlichen Lebensdauer von 14 Jahren, traten Entsorgungsemissionen bei Kühlcontainern erstmals im Jahr 2007 auf. Diese werden durch Gleichung 3 errechnet.

Emissionsfaktoren

Die den Emissionsdaten zugrunde liegenden EF sind in Tabelle 137 wiedergegeben. Die verwendeten Emissionsfaktoren liegen in den von IPCC-GPG (2000) empfohlenen Bereichen und sind damit *Default Values*. Die einzige Ausnahme stellt der Bestandsemissionsfaktor aus Kälteaggregaten von Kühlcontainern dar, der mit 10 % unterhalb des in IPCC-GPG (2000), Tabelle 3.22 angegebenen Wertebereichs von 15 bis 50 % liegt.

Die laufenden HFKW-Emissionen aus Kälteaggregaten von Kühlfahrzeugen werden für Neuanlagen von 5-22 t zulässigem Gesamtgewicht auf 15 % geschätzt. Für Anlagen bis zu 5 t zulässigem Gesamtgewicht beträgt der Emissionsfaktor 30 %.

Für Kühlfahrzeug-Altanlagen wird der Emissionsfaktor des Bestands über alle Anlagengrößen auf durchschnittlich 25 % geschätzt. Unter Altanlagen werden umgerüstete FCKW-12-Anlagen verstanden. Die Emissionsfaktoren von Kühlfahrzeugen liegen damit an der unteren Grenze des im IPCC-GPG (2000) angegebenen Wertebereichs von 15 bis 50 %. Gegenüber den laufenden Bestandsemissionen sind Befüllverluste gering. Die Kältemittelverluste beim Befüllen von Kühlfahrzeugen werden auf 5 Gramm pro Anlage geschätzt, unabhängig von deren Größe. Dies ist ein Standardwert für Schlauchverluste bei Vor-Ort-Befüllungen. Werden die Befüllemissionen rechnerisch auf den Neuverbrauch bezogen, so ergeben sich Emissionsfaktoren zwischen 0,06 und 0,25 %. Diese liegen zum größten Teil unter der von IPCC-GPG in Tabelle 3.22 angegebenen Größenordnung von 0,2 bis 1 Prozent.

Emissionen aus der Befüllung von Kühlcontainern fallen in Deutschland nicht an.

Der Emissionsfaktor der Entsorgung für Transportkälteanlagen liegt mit 30 % im oberen Bereich der von IPCC-GPG (2000) angegebenen Größenordnung von 20 bis 30 Prozent.

Aktivitätsdaten

Die Zulassungszahlen von Kühlfahrzeugen nach Gewichtsklassen stammten bis 2008 aus den statistischen Mitteilungen des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA). Da das Kraftfahrt-Bundesamt seit 2009 keine gesonderten Erhebungen für Kühlfahrzeuge durchführt, wird die Anzahl neuer Kühlfahrzeuge ab 2009 durch Extrapolation der vom KBA ermittelten Zulassungszahlen von Nutzfahrzeugen bestimmt. Die Füllmengen der Kälteaggregate, verwendete Kältemittel und Details zum FCKW-12-Ersatz stammen von Experten der wichtigsten Anbieter von Fahrzeug-Kälteanlagen.

Der Kältemittel-Neuzugang bei Kühlcontainern wird anhand eines Kältemittelmodells, ausgehend von der Anzahl der weltweit produzierten Kühlcontainer, die dem Branchen-Informationsdienst "World Cargo News" entnommen wird, ermittelt. Ein Anteil von 10 % wird Deutschland zugerechnet.

4.7.1.2.4 Industriekälte (2.F.1.d)

Die in diesem Sektor zusammengefasste Kälte im Industriebetrieb dient der Erzeugung von Produkten, in der Regel von Nahrungsmitteln, die gekühlt oder gefroren werden.

Wie in der *Gewerbekälte* ist die kältetechnische Ausstattung in der Regel nicht serienmäßig, sondern individuell angepasst, so dass für die Berechnung der Emissionen ein Kältemodell verwendet werden muss. Fluorhaltige Kältemittel sind in der Industrie, besonders in der

Lebensmittelindustrie kein allgemeiner Standard und natürliche Kältemittel, hauptsächlich Ammoniak, werden viel häufiger eingesetzt als in anderen Sektoren.

In der Industriekälte werden hauptsächlich die Kältemittel R404A, HFKW-134a, R407C, R507 und R422D als Ersatzkältemittel für umgerüstete HFCKW-22-Anlagen eingesetzt. Daneben spielen HFKW-23 und FKW-116 bei Tieftemperaturanlagen, sowie das Hochtemperaturkältemittel HFKW-227ea zur Kranklimatisierung eine Rolle.

Der Einsatz fluorhaltiger Kältemittel beginnt in Deutschland 1993. Entsorgungsemissionen treten erstmalig 2002 aus umgerüsteten FCKW-12 und HFCKW-22-Anlagen auf.

Für die *Industriekälte* wird folgendes Kältemittel-Modell genutzt:

- Der Kältemittelbestand ist zentraler Bezugspunkt des Modells. Er gliedert sich in die zwölf Sektoren Bierbrauereien, Weinerzeugung, Fleischproduktion, Molkereien, Kühlhäuser, Schokoladeproduktion, Tiefkühlkost- und Fruchtsafterzeugung, Eisbahnen, Milchkühlung in der Landwirtschaft, sonstige Industrie (80 % Chemische Industrie) und hermetisch geschlossene Geräte der verarbeitenden Industrie. Die Berechnungsbasis zur Bestimmung des Kältemittelbestands sind die Produktionsmengen von Gütern, die über öffentlich zugängliche Waren-Statistiken jährlich aktualisiert werden. In den drei kleineren Sektoren der Industriekälte, Kranklimatisierung und Tieftemperaturkühlung mit HFKW-23 und R508A/B wird der jährliche Neuzugang als Ausgangsgröße zur Berechnung des Bestands und aller Emissionen verwendet.
- Basierend auf diesen Produktionsmengen erfolgt die Umrechnung in die für die Kühlung der Güter in den zwölf großen Sektoren installierte Kälteleistung. Die dafür benötigten Kennziffern „installierte Kälteleistung pro jährliche Güterproduktion“ wurden basierend auf Fachliteratur empirisch ermittelt.
- Die Abschätzung der Kältemittelmenge für diese Kälteleistungen erfolgt auf Basis von Kältemittelraten für Plus- und Minuskühlung sowie direkter und indirekter Kühlung. Die verwendeten Kältemittelraten wurden ebenfalls durch Literaturrecherche, u.a. CLODIC et al 2011 & 2012, ermittelt. Sie liegen zwischen 2 kg/kW für indirekte Plus-Kühlung und 8,8 kg/kW für direkte Minus-Kühlung. Aus der Kombination dieser Werte mit jeweiliger sektorspezifischer Wichtung der vier Kühlungsformen errechnen sich die typischen Füllmengen pro installierter Kälteleistung für die zwölf Sektoren.
- Der Außenhandel mit vor Ort errichteten Kälteanlagen ist vernachlässigbar, so dass der jährliche HFKW-Verbrauch für Neuanlagen gleich dem HFKW-Zugang in Neuanlagen ist.
- Der Kältemittelbestand ist auch Berechnungsgrundlage für die Entsorgungsmenge. Sie wird in jedem Sektor durch Division des Bestands durch die Anlagenlebensdauer errechnet. Diese liegt für die meisten Sektoren bei 30 Jahren, für Milchviehbetriebe und Eisbahnen bei 20 Jahren, für steckerfertige Geräte, Kranklimaanlagen und Tieftemperaturanwendungen bei 10 Jahren.
- Die Kältemittelzusammensetzung, die sich zeitlich für Bestand, Neuzugang und Entsorgungsmenge ändert, wird für jeden Sektor in einem statischen Rechenmodell abgeleitet (s. SCHWARZ et al., o.J.).
- Der Austausch von FCKW und HFCKW in Altanlagen wird gesondert berücksichtigt.

- Herstellungsemissionen und Bestandsemissionen werden durch Gleichung 1 und Gleichung 2 errechnet.

Durch Gleichung 4 werden die Entsorgungsemissionen berechnet. Die nominale Entsorgungsmenge ist mit der Erstbefüllung identisch. Der effektive Füllstand am Lebensende beträgt für alle Sektoren 85 % der Nominalfüllmenge, nur bei steckerfertigen Geräten ist er mit 90 % höher.

Emissionsfaktoren

Die den Emissionsdaten zugrunde liegenden Emissionsfaktoren sind in Tabelle 137 wiedergegeben.

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind das Ergebnis von Expertenbefragungen und Literaturauswertungen.

Die Befüllungsemissionen sind bei Industriekälteanlagen im Allgemeinen gering. IPCC-GPG (2000) gibt in Tabelle 3.22 für „initial emission“ 0,5 bis 3 Prozent der Erstbefüllung an, der länderspezifische $EF_{\text{Herstellung}}$ liegt mit 1 %, für die großen Anwendungsbereiche bzw. mit 0,5% für steckerfertige Geräte im unteren Bereich dieser Vorgaben.

Die laufenden HFKW-Emissionen aus Industriekälteanlagen gehen in allen Sektoren außer hermetischen Geräten kontinuierlich von 9 % im Jahr 1991 auf 6,3 % im Jahr 2011 zurück, da die Kälteanlagen bedingt durch nationale und internationale gesetzliche Verpflichtungen zunehmend dichter werden. Sie liegen im unteren Bereich bzw. leicht unterhalb der von IPCC-GPG (2000) in Tabelle 3.22 angegebenen Werte von 7 bis 25 Prozent. Bei steckerfertigen Geräten geht der entsprechende Rückgang wie in der Gewerbekälte von 1,5 % auf 1 %.

Auch der Emissionsfaktor der Entsorgung für Industriekälteanlagen hat sich, beginnend bei 68 %, kontinuierlich nach unten entwickelt bis auf 21 %. Die Werte liegen leicht bzw. deutlich über der von IPCC-GPG (2000) angegebenen Größenordnung von 10 bis 20 Prozent.

Aktivitätsdaten

Zahlreiche Zeitreihen für die Produktionsmengen von Nahrungsmitteln finden sich in den Statistiken des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV). Zudem sind Daten von Industrieverbänden wie dem Verband Deutscher Kühlhäuser und Kühllogistikunternehmen e.V. (VDKL) oder dem Bundesverband der Deutschen Süßwarenindustrie (BDSI) sowie spezialisierten Instituten, z.B. dem Deutschen Weininstitut, verfügbar.

Die Stückzahlen der steckerfertigen Geräte stammen aus einer Studie des VDMA (2011) und Aussagen von Branchenexperten.

Die Kennziffern „installierte Kälteleistung pro jährliche Güterproduktion“ und die Kältemittelraten für Plus- und Minuskühlung sowie direkter und indirekter Kühlung wurden basierend auf Fachliteratur ermittelt.

4.7.1.2.5 Stationäre Klimaanlage (2.F.1.e)

Zu *Stationären Klimaanlage* zählen Raumklimaanlagen, Kaltwassersätze zur Gebäudeklimatisierung und industriellen Flüssigkeitskühlung sowie Wärmepumpenanlagen und Wärmepumpen-Wäschetrockner.

4.7.1.2.5.1 Raumklimageräte

Raumklimageräte dienen der Temperierung der Innenraumluft einzelner Räume oder ganzer Stockwerke und liegen von der Leistung her unter der von Großklimaanlagen. Als Kältemittel kommen seit 1998 das HFKW-Gemisch R407C und ab 2001 auch das Gemisch R410A zum Einsatz.

Eine inländische Produktion von Raumklimageräten gibt es nicht. Raumklimageräte werden in der Regel befüllt importiert. Bei der Installation von fabrikmäßig hergestellten Single-Split-, Multi-Split- und VRF-Multi-Split-Geräten erfolgt jedoch eine Auffüllung der vor Ort verlegten Kältemittelleitungen. Dies ist bei mobilen, steckerfertigen Raumklimageräten nicht erforderlich.

Folgendes Kältemodell wird für Raumklimageräte angewendet:

- Die *Raumklimageräte* werden in vier Kategorien eingeteilt, deren jeweilige Stückzahl von Neuanlagen jedes Jahr durch Anbieterbefragung und die in internationalen Publikationen veröffentlichten Zahlen ermittelt wird: kleine mobile Geräte, Single-Split-Geräte, Multi-Split-Geräte mit konstantem Volumenstrom des Kältemittels und VRF-Multi-Split-Systeme mit variablem Volumenstrom.
- Für jede Kategorie werden Füllmenge und Kältemittelzusammensetzung entsprechend der jährlich verkauften Neuanlagen festgelegt. Aus der Absatzmenge und den o.g. Annahmen ergibt sich der jährliche Neuverbrauch, der identisch ist mit dem Neuzugang an Kältemitteln. Durch Kenntnis des Altbestands kann der Jahresendbestand errechnet werden.
- Herstellungsemissionen treten nicht auf. Befüllungsverluste treten aber bei der Installation der ortsfesten Single-Split-Geräte, Multi-Split-Geräte und VRF-Multisplit-Systeme auf. Auf der Grundlage von Expertenbefragungen kommt es hierbei zu Installationsverlusten von 10 % bei Single-Split-Geräten und 1 % bei Multi-Split-Geräten und VRF-Multisplit-Systemen.
- Bestandsemissionen werden nach Gleichung 2 berechnet.
- Entsorgungsemissionen traten erstmals im Jahr 2008 nach einer durchschnittlichen Lebensdauer von 10 Jahren für mobile Geräte und Single-Split-Geräte bzw. 13 Jahren für Multi-Split- und VRF-Multi-Split-Geräte auf und werden mit Gleichung 4 berechnet. Die geschätzte Lebensdauer liegt innerhalb des im IPCC-GPG (2000) vorgeschlagenen Wertebereichs von 10 bis 15 Jahren. Der Restfüllstand bei Entsorgung beträgt 75 % bei mobilen Geräten und 87,5 % bei allen anderen Formen.

Emissionsfaktoren

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind das Ergebnis von Expertenbefragungen und Literatúrauswertung.

Der länderspezifische $EF_{\text{Herstellung}} = 1 \%$ für Multi-Split- und VRF-Multi-Split-Geräte liegt innerhalb des im IPCC-GPG (2000) vorgeschlagenen Wertebereichs von 0,2 bis 1 %. Bei

Single-Split-Geräten beträgt der Emissionsfaktor 10 %, was einem Verlust von 5 g Kältemittel bei 50 g Auffüllung entspricht.

Die Emissionsfaktoren der Anwendung sinken für alle Geräte innerhalb der Zeitreihe ab 1998, dem ersten Jahr der Anwendung, kontinuierlich ab (siehe Tabelle 137). Sie liegen für mobile Raumklimageräte zwischen 3,5 und 2,5 %, für Single-Split-Geräte zwischen 6,9 und 5 %, für Multi-Split-Geräte zwischen 7,9 und 6 % und für VRF-Multi-Split-Geräte zwischen 8,9 und 7 %.

Die Anwendungs-Emissionsfaktoren liegen somit innerhalb bzw. leicht oberhalb des im IPCC-GPG (2000) in Tabelle 3.22 vorgeschlagenen Wertebereichs von 1 bis 5 %.

Auch die für die Entsorgung verwendeten Emissionsfaktoren $EF_{\text{Entsorgung}}$ entwickeln sich seit 1998 kontinuierlich nach unten. Sie liegen für mobile Raumklimageräte zwischen 55,1 und 63,4 %, für Single-Split-Geräte zwischen 50,8 und 63,6 % und für Multi-Split-Geräte und für VRF-Multi-Split-Geräte zwischen 33,25 und 46,1 %. Damit sind die in Deutschland verwendeten Faktoren insgesamt größer als der im IPCC-GPG (2000) vorgeschlagene Wertebereich von 20 bis 30 %.

Aktivitätsdaten

Die in Deutschland verkauften Stückzahlen der verschiedenen Gerätetypen sind über Fachpublikationen⁴⁸ und durch Anbieterbefragung jährlich verfügbar.

4.7.1.2.5.2 Kaltwassersätze (Chiller)

Kaltwassersätze zur Gebäudeklimatisierung und industriellen Flüssigkeitskühlung werden in drei Kategorien unterteilt: Chiller mit einer Kälteleistung unter 100 kW, Chiller mit einer Kälteleistung über 100 kW und Turboverdichteranlagen (Kälteleistung über 1500 kW⁴⁹). Die in Leistungsklassen eingeteilten Chiller verwenden Kolben-, Scroll- oder Schraubenverdichter.

In Turboverdichteranlagen kommt seit 1993 ausschließlich der HFKW-134a zum Einsatz. HFKW-134a wurde auch für die Umrüstungen von FCKW-12-Turboverdichteranlagen in den Jahren 1995 bis 1999 genutzt. Die wichtigsten, in Chillern eingesetzten Kältemittel sind HFKW-134a (Einsatz ab 1993), ab 1998 R407C und seit 2004 auch R410A.

Es wird folgendes Kältemodell angewendet:

- Kaltwassersätze werden in drei Kategorien eingeteilt, deren Anzahl an Neuanlagen jedes Jahr durch Expertenbefragung und internationale Absatzstatistiken ermittelt wird: Chiller <100 kW, Chiller >100 kW Kälteleistung und Turboverdichteranlagen im Leistungsbereich über 1500 kW⁵⁰.
- Für jede Kategorie wird eine durchschnittliche Füllmenge und Kältemittelzusammensetzung ermittelt. Die Füllmengen liegen bei 10 kg für Chiller <100 kW, 95 kg für Chiller >100 kW und 630 kg für Turboverdichteranlagen.

⁴⁸ Fachzeitschrift JARN – Japan Air Conditioning, Heating & Refrigeration News, Tokyo 107-0052, Special Edition "World Air Conditioner Market.

⁴⁹ Es gibt auch Turboverdichter mit einer Kälteleistung unter 1500 kW. Gemäß EUROVENT wurde im Jahr 2008 aber nur eine einzige Anlage davon in Deutschland installiert.

⁵⁰ Die Statistiken geben für Chiller innerhalb des Leistungsbereichs oberhalb 100 kW die Verkaufszahl von Anlagen oberhalb 900 kW an. Die Zahl der Turboverdichteranlagen beträgt über die gesamte Zeitreihe konstant ein Drittel der Anlagen oberhalb 900 kW Leistung. Dies konnte durch Auswertung vollständiger Datenjahrgänge ermittelt werden.

- Aus der Anzahl der Neuanlagen und den o.g. Annahmen ergibt sich der jährliche HFKW-Zugang zum inländischen Bestand. Hier muss auch noch der Verbrauch zum FCKW-Ersatz in Altanlagen berücksichtigt werden.
- Durch Kenntnis des Vorjahresbestands, des Neuzugangs und des Abgangs kann der Jahresendbestand an Kältemitteln errechnet werden.
- Herstellungsemissionen werden durch Multiplikation der Verbrauchsmengen für die Befüllung mit dem $EF_{\text{Herstellung}}$ gemäß Gleichung 1 errechnet.
- Bestandsemissionen werden gemäß Gleichung 2 errechnet.
- Entsorgungsemissionen traten erstmals im Jahr 2003 auf und werden mit Gleichung 4 berechnet.

Die Lebensdauer von Flüssigkeitskühlern wird bei IPCC-GPG (2000) in Tabelle 3.22 mit 10 bis 30 Jahren angegeben. Die verwendeten Werte liegen in diesem Rahmen: 15 Jahre für Chiller kleiner und größer 100 kW Kälteleistung und 25 Jahre für Turboverdichteranlagen.

Emissionsfaktoren

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind das Ergebnis von Expertenbefragungen.

Der Befüllungsverlust liegt mit 0,5 % innerhalb der IPCC-GPG (2000) von 0,2 bis 1 %. Um der Tatsache Rechnung zu tragen, dass eine große Menge der Kaltwassersätze vorgefüllt importiert wird, wird nicht der eigentliche $EF_{\text{Herstellung}} = 1 \%$ verwendet.

Die laufenden HFKW-Emissionen werden für alle Kälteleistungsklassen bzw. Verdichterbauarten, Altersstufen und Kältemittel-Typen bis zum Jahr 2000 auf 6 % geschätzt. Danach nimmt der $EF_{\text{Anwendung}}$ kontinuierlich auf 3,9 % (2011) ab. Alle verwendeten Werte liegen damit im unteren Bereich des Vorschlags 2 bis 15 Prozent der IPCC-GPG (2000).

Auch die für die Entsorgung verwendeten länderspezifischen Emissionsfaktoren entwickeln sich bedingt durch technischen Fortschritt und zunehmende Sorgsamkeit im Umgang mit Kältemitteln kontinuierlich nach unten. Der $EF_{\text{Entsorgung}}$ liegt zwischen 22,1 und 45 % und damit über dem im IPCC-GPG (2000) vorgeschlagenen Wertebereich von 5 bis 20 %.

Aktivitätsdaten

Die Anzahl an Neuanlagen wird jährlich durch Expertenbefragung und internationale Absatzstatistiken ermittelt. Die Statistiken werden von zwei Marktforschungsinstituten⁵¹ erstellt und zum Kauf angeboten.

Die durchschnittlichen Füllmengen und Kältemittelzusammensetzungen wurden in Expertentreffen mit Industrievertretern ermittelt.

4.7.1.2.5.3 Wärmepumpenanlagen

Mit einer Wärmepumpenanlage wird mittels eines Kältemittelkreislaufes aus der Umgebungswärme in Luft, Erdreich oder Grundwasser Nutzwärme zur Heizung oder Klimatisierung von Innenräumen sowie für die Bereitstellung von Warmwasser erzeugt. Geräte, die die Umweltwärme der Außenwärme zur direkten Innenlufterwärmung nutzen, fallen unter die Kategorie der Raumklimageräte. Als Kältemittel kommen in Wärmepumpen

⁵¹ BSRIA, Großbritannien und die europäische Industrie-Assoziation EUROVENT, Brüssel. Beide Unternehmen gliedern den Markt für Kaltwassersätze sowohl nach Kompressortyp als auch nach Kälteleistung.

seit 1995 der HFKW-134a und die HFKW-Gemische R404A und R407C zum Einsatz, seit 2001 auch R410A.

Ein mit Expertenhilfe entwickeltes Kältemittel-Modell unterscheidet drei Kategorien von Heizwärmepumpen: Luft-Wasser, Erdreich (Grundwasser) - Wasser, Erdreich (Sole) – Wasser. Daneben gibt es die vierte Kategorie von Brauchwarmwasser-Wärmepumpen.

Methodisch ist das Kältemittel-Modell wie für Raumklimageräte aufgebaut. Ausgangs- und Bezugspunkt für die Berechnungen sind die jährlichen Stückzahlen neu installierter Wärmepumpen aller vier Kategorien, die jährlich vom Bundesverband Wärmepumpe (BWP) veröffentlicht werden. Diese Stückzahlen werden auch als Produktionszahlen genutzt. Den verschiedenen Wärmepumpentypen werden basierend auf den Werten des Neuzugangs mittlere HFKW-Füllmengen und prozentuale Anteile der HFKW-Typen zugeordnet. Das Modell enthält außerdem die Lebensdauern und Emissionsraten.

Herstellungsemissionen werden durch Multiplikation der Verbrauchsmengen für die Befüllung mit dem $EF_{\text{Herstellung}}$ gemäß Gleichung 1 errechnet, Bestandsemissionen gemäß Gleichung 2, Entsorgungsemissionen mit Gleichung 4.

Wärmepumpen mit HFKW werden seit 1995 hergestellt und vertrieben. Bei einer Lebensdauer von durchschnittlich 15 Jahren treten Entsorgungsemissionen ab dem Jahr 2010 auf.

Emissionsfaktoren

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind das Ergebnis von Expertenbefragungen.

Der Befüllverlust beträgt 0,5 %. Damit ist der $EF_{\text{Herstellung}}$ innerhalb des im IPCC-GPG (2000) in Tabelle 3.22 vorgeschlagenen Wertebereichs von 0,2 bis 1 %.

Die laufenden HFKW-Emissionen werden für Heizungs-Wärmepumpen auf 2,5 % geschätzt, für Warmwasser-Wärmepumpen auf 2 %. Die verwendeten $EF_{\text{Anwendung}}$ liegen damit im Bereich des Vorschlags von IPCC-GPG (2000) von 1 bis 5 %.

Der für die Entsorgung verwendete Emissionsfaktor $EF_{\text{Entsorgung}}$ entwickelt sich bedingt durch technischen Fortschritt und zunehmende Sorgsamkeit im Umgang mit Kältemitteln kontinuierlich nach unten. Der $EF_{\text{Entsorgung}}$ liegt zwischen 36,4 % (Jahr 2011) und 56,3 % und damit oberhalb der durch IPCC-GPG (2000) vorgeschlagenen Werte von 20 bis 30 %.

Aktivitätsdaten

Der Bundesverband Wärmepumpe (BWP) veröffentlicht jährlich die Zahl der inländischen Neuinstallationen von Wärmepumpen, die die Grundlage für die Emissionsberechnung bilden.

4.7.1.2.5.4 Wärmepumpen-Wäschetrockner

In Deutschland ist diese neue Kategorie von Haushaltsgeräten seit 2008 auf dem Markt und wird ab der Submission 2013 unter der Quellgruppe 2.F.1.e berichtet.

Wärmepumpen-Wäschetrockner werden in Deutschland von mehreren Unternehmen produziert. Die meisten Hersteller verwenden als Kältemittel HFKW-134a, nur wenige setzen R407C ein. Die Füllmenge in den hermetischen Geräten liegt zwischen 300 g und 570 g, der Durchschnitt beträgt 475 g.

Das Kältemittelmodell ist ähnlich aufgebaut wie die Modelle für Raumklimageräte:

- Die wichtigsten Ausgangswerte sind die Stückzahlen für Inlandsabsatz und inländische Produktion sowie die Untergliederung in die beiden verwendeten Kältemittel, die den Werten des Inlandsabsatzes folgen. Der Gerätebestand wird aus der Summe der Neuzugänge errechnet.
- Herstellungsemissionen werden durch Multiplikation der Verbrauchsmengen für die Befüllung mit dem $EF_{\text{Herstellung}}$ gemäß Gleichung 1 errechnet, Bestandsemissionen gemäß Gleichung 2.
- Wärmepumpen-Wäschetrockner mit HFKW werden seit 2008 hergestellt und vertrieben. Bei einer Lebensdauer von durchschnittlich 15 Jahren treten Entsorgungsemissionen erst ab dem Jahr 2023 auf.

Emissionsfaktoren

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind das Ergebnis von Expertenaussagen.

Der Befüllverlust beträgt 0,5 %. Der $EF_{\text{Herstellung}}$ ist länderspezifisch, da die IPCC Guidelines diese Anwendung nicht erfassen.

Die laufenden HFKW-Emissionen dieser hermetischen Geräte werden auf 0,3 % geschätzt. Auch hierfür gibt es keine Vorgaben in den IPCC Guidelines.

Aktivitätsdaten

Wärmepumpen-Wäschetrockner sind ein relativ neues Produkt, über das erst wenige statistische Daten und technischen Informationen vorliegen. Das Kältemittelmodell basiert daher fast ausschließlich auf Aussagen von Herstellerunternehmen (s. SCHWARZ et al., o.J.).

4.7.1.2.6 Mobile Klimaanlage (2.F.1.f)

Mobile Klimaanlage sind Fahrzeugklimaanlagen in Personenkraftwagen (Pkw), Lastkraftwagen (Lkw) bzw. Nutzfahrzeugen (Nfz), Bussen, Landmaschinen, Schienenfahrzeugen und auf Schiffen. Teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW) werden seit 1993 in mobilen Klimaanlage eingesetzt, in Pkw aus deutscher Produktion bereits ab 1991. Es wird ausschließlich HFKW-134a als HFKW-Kältemittel verwendet. Seit dem Berichtsjahr 2002 sind auch weniger relevante Quellen (z. B. Landmaschinen) aufgenommen.

Die Zeitreihen zeigen einen signifikanten Anstieg der Emissionen seit 1995, was in direktem Zusammenhang mit dem vermehrten Einsatz von Klimaanlage in Fahrzeugen steht, trotz rückläufiger Füllmengen.

Für Pkw wird folgendes Kältemodell angewendet:

- Die Stückzahlen deutscher Pkw-Produktion sind aus öffentlich zugänglichen Statistiken des Verbands der Automobilindustrie (VDA) jährlich verfügbar. Sie bilden die Datenbasis zur Berechnung der Verbrauchsmengen für die Befüllung.
- Die Jahrgangs-Klimaanlagenquote wird direkt über umfangreiche Herstellerbefragungen erhoben, da keine amtlichen oder öffentlich verfügbaren Statistiken verfügbar sind. Dies gilt auch für die durchschnittlichen Kältemittelfüllmengen, die aus den Angaben für jeden Fahrzeugtyp und den Angaben von Branchenexperten bestimmt werden.

- Durch Multiplikation der produzierten Stückzahlen mit der Jahrgangs-Klimaanlagenquote und den durchschnittlichen Kältemittelfüllmengen wird die Verbrauchsmenge für die Befüllung berechnet.
- Herstellungsemissionen werden nach Gleichung 1 errechnet.
- Für die Ermittlung des jährlichen Neuzugangs und des Kältemittelbestands in Pkw-Klimaanlagen werden nicht die jährlichen Fahrzeug-Neuzulassungen des Kraftfahrtbundesamtes (KBA) herangezogen, da der vorzeitige, vor Erreichen der durchschnittlichen Lebensdauer auftretende Fahrzeugschwund aus den Zulassungsjahrgängen, die den Bestand bilden, nicht quantitativ abgeschätzt werden kann.
- Der Kältemittelbestand wird vielmehr aus den zugelassenen Fahrzeugbeständen nach Alter seit Erstzulassung bestimmt. Diese amtlichen Zahlen sind in der Statistischen Mitteilung des KBA⁵² für alle benötigten Jahre, d.h. ab 1991, verfügbar und ermöglichen die Bestimmung eines kontinuierlichen und chronologischen Fahrzeugbestands nach Zulassungsjahrgängen in Stückzahlen.
- Auch die Bestimmung der Jahrgangs-Klimaanlagenquote für die zugelassenen Fahrzeuge erfolgt direkt über umfangreiche Herstellerbefragungen. Sie ist nicht identisch mit der Klimaquote für die in Deutschland produzierten Pkw, da auch im Ausland produzierte Pkw berücksichtigt werden müssen. Zu ihrer Bestimmung werden deshalb auch ausländische Unternehmen befragt. Dies gilt ebenso für die Bestimmung der durchschnittlichen Kältemittelfüllmengen der zugelassenen Fahrzeuge.
- Für die Berechnung des Kältemittelbestands eines Zulassungsjahrgangs wird die jahrgangsspezifische Füllmenge mit der Stückzahl klimatisierter Pkw multipliziert. Der Gesamtbestand entspricht der Summe der Kältemittelbestände aller Zulassungsjahrgänge seit 1991.
- Bestandsemissionen werden gemäß Gleichung 2 berechnet.
- Der Austausch von FCKW in Altanlagen und die Klimaanlagennachrüstung wird gesondert berücksichtigt.
- Für die Bestimmung der Entsorgungsmenge werden nur die Altfahrzeuge berücksichtigt, die jährlich in deutschen Demontagebetrieben behandelt werden. Deren Anzahl wird amtlichen Daten für das Altfahrzeugaufkommen (s. UBA/BMU, 2011) entnommen. Gebrauchtwagen- und Altfahrzeugexporte bleiben im Kältemittel-Modell unberücksichtigt, da die bei der Entsorgung auftretenden Emissionen in den Zielländern berichtet werden müssen und eine Doppelnennung vermieden werden soll.
- Für die demontierten Altfahrzeuge wird eine durchschnittliche Lebensdauer von 15 Jahren angenommen. Durch Multiplikation der Stückzahlen demontierter Fahrzeuge mit der Klimaanlagenquote und der durchschnittlichen Kältemittelfüllmenge des Neuzulassungsjahrgangs vor 15 Jahren, kann nun die Kältemittelentsorgungsmenge ermittelt werden.
- Entsorgungsemissionen traten erstmals im Jahr 2002 auf und werden mit Gleichung 4 berechnet.

⁵² KBA "Fahrzeugzulassungen Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Fahrzeugalter 1. Januar 2011".

Die Kältemittelmodelle für *Nutzfahrzeuge* und *Busse* sind ähnlich aufgebaut wie das Modell für Pkw. Eine ausführliche Beschreibung der Modelle wurde von Öko-Recherche vorgenommen (s. SCHWARZ et al., o.J.).

Das für *Landmaschinen*, *Schiffe* und *Schienenfahrzeuge* genutzte Kältemittelmodell lautet:

- Für Schiffe und Schienenfahrzeuge werden die Kältemittlemissionen auf Basis der jährlichen Neuinstallationen von Klimaanlage in Schiffen (Ausgangsdaten: Schiffsneubauten für die deutsche Flotte) und in Schienenfahrzeugen (Ausgangsdaten: Neubeschaffungen der deutschen Bahn) und deren Füllmengen bestimmt.
- Das Kältemittelmodell für Klimaanlage in Landmaschinen beruht auf der Ermittlung der Anzahl der jährlichen Fahrzeug-Neuzulassungen, der durchschnittlichen Klimaanlagequote und der durchschnittlichen Füllmenge.
- Der jährliche Neuzugang sowie der Endbestand und der mittlere Jahresbestand an HFKW-134a für jeden Bereich wird aus den Angaben zuvor ermittelt.
- Bestandsemissionen werden durch Multiplikation des „mittleren Jahresbestandes“ für jeden Bereich mit dem jeweiligen $EF_{\text{Anwendung}}$ errechnet.
- Der inländische Verbrauch an HFKW-134a zur Herstellung von mobilen Klimaanlage wird aufbauend auf Produktionsstückzahlen ermittelt.
- Entsorgungsemissionen bei Landmaschinen traten erstmalig im Jahr 2004 auf. Diese werden durch Gleichung 3 errechnet. Klimaanlage in Schiffen und Schienenfahrzeugen wurden, bedingt durch ihre lange Lebensdauer, noch nicht entsorgt.

Emissionsfaktoren

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind das Ergebnis von Literatursauswertungen (z.B. ÖKO-RECHERCHE / ECOFYS 2003; SIEGL et. al., 2002; CLODIC et. al., 2011 und 2012; Öko-Recherche 2012, SCHWARZ et al., o.J.), Messungen (Pkw), Auswertungen von Werkstattdokumentationen und umfangreichen Expertenbefragungen sowie Umfragen bei Pkw-Werkstätten und Demontagebetrieben. Zu den regulären Emissionen während des Betriebs kommen hier noch Emissionen durch Unfälle und andere äußere Einflüsse hinzu.

Die EF für die Befüllung von Pkw, Nfz, Bussen und Schienenfahrzeugen (siehe Tabelle 137) liegen unterhalb des in IPCC-GPG (2000: S. 3.110) angegebenen Werts von 0,5 %. Die Guidelines geben keine Werte für Landmaschinen und Schiffe vor.

Die laufenden HFKW-Emissionen werden für Pkw auf 10 % geschätzt, für Nutzfahrzeuge und Busse auf 15 %, für Schienenfahrzeuge auf 6 %, für Landmaschinen auf 15 - 25 % und für Schiffe auf 10 - 30 %. Die verwendeten $EF_{\text{Anwendung}}$ liegen damit größtenteils im Bereich des Vorschlags von IPCC-GPG (2000) mit 10 bis 20 % für Klimaanlage in Pkw, Nfz, Bussen und Schienenfahrzeugen. Für Landmaschinen und Schiffe werden keine Vorschläge unterbreitet.

Der Emissionsfaktor für die Entsorgung von HFKW aus mobilen Klimaanlage beträgt für Pkw, Nutzfahrzeuge und Busse 21 % und für Landmaschinen 30 %. Die verwendeten $EF_{\text{Entsorgung}}$ liegen damit unter dem Standardwert der IPCC-GPG (2000: S. 3.110) von 40 %.

Aktivitätsdaten

Zugelassene Fahrzeugbestände von Pkw, Nfz und Bussen sowie Neuzulassungen von landwirtschaftlichen Zugmaschinen werden vom Kraftfahrtbundesamt gemeldet. Produktionszahlen stammen vom Verband der Automobilindustrie (VDA), vom Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA), sind anderen Statistiken entnommen oder basieren auf Herstellerbefragungen.

Bei den PKW-Klimaanlagen werden Füllmengen durch Direktbefragung von Automobilunternehmen ermittelt, ansonsten durch eine Kombination aus amtlicher Statistik, gezielter Herstellerbefragung und Expertenschätzung.

4.7.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.1 alle)

Die Emissionsfaktoren sind mit größeren Unsicherheiten behaftet. Die in der Literatur (s. Kältemodelle) zu findende breite Streuung von Emissionsfaktoren für identische Anwendungen ist nur teilweise Folge technischer Veränderung, der Anlagendichtheit oder Ausdruck nationaler Unterschiede. In großem Maße resultiert sie aus realer Unsicherheit, da es noch zu wenig solide empirische Erforschungen ihrer Größen gibt (ÖKO-RECHERCHE, 2007).

Aufgrund der genannten Unsicherheit bei den Emissionsfaktoren, aber auch aufgrund der Vielzahl von Einzelanwendungen (Anlagen) wird für die Emissionsdaten noch Präziserungsbedarf gesehen. Zur Verbesserung der Angabensicherheit wurden die Daten mit den Verkaufsdaten (stoffbezogen) der Hersteller abgeglichen.

Bis zum Berichtsjahr 2001 hatte Deutschland nur aggregierte Emissionen über alle Untergruppen gemeldet. Im Rahmen der Emissionserhebung für die Jahre 1999 bis 2001 und der Emissionserhebung für das Berichtsjahr 2002 wurden auch die Emissionen der Berichtsjahre 1995 bis 1998 überprüft und aufgrund neuer Erkenntnisse zu Einsatzmengen und Emissionsfaktoren aktualisiert. Alle Daten unterliegen weiterhin einer kontinuierlichen Verbesserung. Eine umfassende Überprüfung der Aktualität der verwendeten Kältemittelmodelle, Ausgangsdaten und Emissionsfaktoren erfolgte 2012.

Die Datenqualität der Emissionen aus mobilen Klimaanlagen ist gut. Denn es können die Jahresverbräuche von HFKW über die zugelassenen Fahrzeugbestände, Neuzulassungen, die Produktion und den Im- und Export von Pkw, die den Großteil dieses Sektors ausmachen, sowie der jährlichen Ermittlung der modellspezifischen Ausstattungsquoten mit Klimaanlagen und der zugehörigen Füllmengen statistisch recht genau ermittelt werden. Lediglich bei den Nutzfahrzeugen sind die Angaben mit größeren Unsicherheiten behaftet.

Auf der Grundlage der Ergebnisse des Gutachtens des Umweltbundesamtes (ÖKO-RECHERCHE, 2012; SCHWARZ et al., o.J.) wurden die Emissionsfaktoren aktualisiert und weisen jetzt in vielen Anwendungsbereichen eine kontinuierliche Entwicklung innerhalb der Zeitreihe auf. Insgesamt werden die EF als genau bewertet.

Eine Quantifizierung der Unsicherheiten für die gesamte Unterquellgruppe Kälte- und Klimaanlagen ist für die Berichterstattung 2013 erfolgt.

4.7.1.4 Quellspezifische Rückrechnungen (2.F.1 alle)

Aufgrund der Anwendung neuer Kältemittelmodelle mit veränderten Rechenschritten und neuen Basisdaten in der Gewerbekälte (Subquellgruppe 2.F.1.b), in der Industriekälte

(Subquellgruppe 2.F.1.d), bei stationären Klimaanlagen (Subquellgruppe 2.F.1.e) sowie mobilen Klimaanlagen von Bussen, Nutzfahrzeugen und Pkw (Subquellgruppe 2.F.1.f) sowie der erstmaligen Erhebung von Daten für Wärmepumpen-Wäschetrockner wurden zahlreiche Rekalkulationen durchgeführt. Dies führte zu den in Tabelle 138 bis Tabelle 141 aufgeführten Änderungen der Aktivitätsraten (AR), Emissionen (EM) und Emissionsfaktoren der Produktion, Anwendung und Entsorgung. Die Auswirkungen der Modellumstellung sind detailliert beschrieben in einer im Auftrag des Umweltbundesamtes erstellten Studie (SCHWARZ et al., o.J.).

Tabelle 138: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR, der EM und der EF in der Produktion, der Anwendung und der Entsorgung von C₂F₆, C₃F₈, HFKW-125, HFKW-134a, HFKW-143a, HFKW-152a, HFKW-23 und HFKW-32 in der Gewerbekälte (Subquellgruppe 2.F.1.b).

Submission	Stoff	Wert	Einheit	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2013	C2F6	AR_Prod	t	-	-	-	0,54	1,08	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,03	0,06	0,04	0,10
2012	C2F6	AR_Prod	t	-	-	-	0,54	1,08	1,08	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	0,27	0,27	0,27	0,27
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-0,98	-1,79	-1,79	-1,79	-1,79	-1,79	-1,79	-1,79	-1,79	-0,24	-0,21	-0,23	-0,17
2013	C3F8	AR_Prod	t	1,00	2,90	7,60	12,39	14,29	14,00	10,00	6,00	4,00	1,00	0,90	0,80	0,70	0,50	0,30	0,30	0,20	0,10
2012	C3F8	AR_Prod	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Differenz	t	1,00	2,90	7,60	12,39	14,29	14,00	10,00	6,00	4,00	1,00	0,90	0,80	0,70	0,50	0,30	0,30	0,20	0,10
2013	HFC-125	AR_Prod	t	8,39	64,27	117,80	215,05	222,15	227,52	179,66	139,61	151,65	151,47	151,58	154,10	154,89	157,43	158,59	160,52	233,41	222,16
2012	HFC-125	AR_Prod	t	2,95	29,54	97,49	194,97	251,85	297,16	299,16	301,66	303,91	306,41	307,76	307,76	307,76	307,76	307,76	307,76	307,76	307,76
		Differenz	t	5,44	34,72	20,31	20,07	-29,70	-69,65	-119,50	-162,05	-152,26	-154,94	-156,19	-153,66	-152,87	-150,34	-149,18	-147,24	-74,35	-85,61
2013	HFC-134a	AR_Prod	t	16,64	47,06	102,49	332,69	344,73	376,92	379,60	280,02	304,47	302,84	305,29	308,85	309,37	311,79	313,29	315,45	346,98	341,61
2012	HFC-134a	AR_Prod	t	21,14	77,21	157,91	241,30	322,48	328,59	332,75	337,95	342,63	347,83	350,64	350,64	350,64	350,64	350,64	350,64	350,64	350,64
		Differenz	t	-4,49	-30,15	-55,42	91,39	22,25	48,33	46,85	-57,93	-38,16	-44,99	-45,35	-41,79	-41,27	-38,85	-37,35	-35,19	-3,66	-9,03
2013	HFC-143a	AR_Prod	t	2,40	10,47	34,69	135,22	142,42	163,20	168,98	136,69	154,35	154,19	155,20	157,82	158,65	161,27	162,48	164,50	184,68	183,73
2012	HFC-143a	AR_Prod	t	3,49	34,91	115,21	230,42	296,76	349,12	349,12	349,12	349,12	349,12	349,12	349,12	349,12	349,12	349,12	349,12	349,12	349,12
		Differenz	t	-1,09	-24,44	-80,52	-95,21	-154,33	-185,93	-180,15	-212,44	-194,78	-194,93	-193,92	-191,30	-190,47	-187,86	-186,64	-184,62	-164,44	-165,40
2013	HFC-152a	AR_Prod	t	-	-	6,50	13,00	39,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	HFC-152a	AR_Prod	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Differenz	t	-	-	6,50	13,00	39,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013	HFC-23	AR_Prod	t	0,50	1,00	1,00	2,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00	2,00
2012	HFC-23	AR_Prod	t	1,00	1,00	1,00	2,46	2,92	3,92	15,98	15,98	15,98	15,98	15,98	15,98	15,98	15,98	9,73	9,73	9,73	9,73
		Differenz	t	-0,50	-	-	-0,46	1,08	0,08	-11,98	-11,98	-11,98	-11,98	-11,98	-11,98	-11,98	-11,98	-5,73	-5,73	-6,73	-7,73
2013	HFC-32	AR_Prod	t	0,33	1,29	4,09	15,30	16,23	18,79	19,95	16,61	18,54	18,49	18,63	18,92	18,99	19,29	19,41	19,62	21,83	21,71
2012	HFC-32	AR_Prod	t	-	-	-	-	0,69	1,61	3,45	5,75	7,82	10,12	11,36	11,36	11,36	11,36	11,36	11,36	11,36	11,36
		Differenz	t	0,33	1,29	4,09	15,30	15,54	17,18	16,50	10,86	10,72	8,37	7,27	7,55	7,63	7,93	8,05	8,26	10,47	10,35
2013	C2F6	EM_Prod	t	-	-	-	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2012	C2F6	EM_Prod	t	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Differenz	t	-	-	-	0,00	0,01	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	0,00	-0,00	0,00
2013	C3F8	EM_Prod	t	0,01	0,03	0,08	0,12	0,14	0,14	0,10	0,06	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
2012	C3F8	EM_Prod	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Differenz	t	0,01	0,03	0,08	0,12	0,14	0,14	0,10	0,06	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
2013	HFC-125	EM_Prod	t	0,08	0,63	1,15	2,12	2,19	2,25	1,77	1,37	1,49	1,49	1,49	1,51	1,52	1,54	1,56	1,58	2,30	2,19
2012	HFC-125	EM_Prod	t	0,01	0,06	0,19	0,39	0,50	0,59	0,60	0,60	0,61	0,61	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
		Differenz	t	0,07	0,57	0,95	1,73	1,69	1,65	1,17	0,76	0,88	0,87	0,87	0,90	0,90	0,93	0,94	0,96	1,69	1,58
2013	HFC-134a	EM_Prod	t	0,11	0,36	0,80	3,09	3,22	3,54	3,56	2,57	2,81	2,80	2,82	2,85	2,86	2,88	2,89	2,91	3,23	3,18
2012	HFC-134a	EM_Prod	t	0,04	0,15	0,32	0,48	0,64	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
		Differenz	t	0,07	0,21	0,48	2,61	2,58	2,88	2,89	1,89	2,12	2,10	2,12	2,15	2,16	2,18	2,19	2,21	2,53	2,48

Submission	Stoff	Wert	Einheit	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2013	HFC-143a	EM_Prod	t	0,02	0,09	0,32	1,32	1,40	1,60	1,66	1,34	1,52	1,51	1,52	1,55	1,56	1,58	1,60	1,62	1,82	1,81
2012	HFC-143a	EM_Prod	t	0,01	0,07	0,23	0,46	0,59	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
		Differenz	t	0,01	0,02	0,09	0,86	0,80	0,90	0,96	0,64	0,82	0,82	0,82	0,85	0,86	0,88	0,90	0,92	1,12	1,11
2013	HFC-152a	EM_Prod	t	-	-	0,07	0,13	0,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	HFC-152a	EM_Prod	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Differenz	t	-	-	0,07	0,13	0,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013	HFC-23	EM_Prod	t	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02
2012	HFC-23	EM_Prod	t	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
		Differenz	t	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,00
2013	HFC-32	EM_Prod	t	0,00	0,01	0,04	0,15	0,16	0,18	0,20	0,16	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19	0,21	0,21
2012	HFC-32	EM_Prod	t	-	-	-	-	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
		Differenz	t	0,00	0,01	0,04	0,15	0,16	0,18	0,19	0,15	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,19	0,19
2013		EF_Prod	[1]	0,005-	0,005-	0,005-	0,005-	0,005-	0,005-	0,005-	0,005-	0,005-	0,005-	0,005-	0,005-	0,005-	0,005-	0,005-	0,005-	0,005-	0,005-
				0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
2012		EF_Prod	[1]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Differenz	%	+60 bis +80	+60 bis +80	+60 bis +80	+60 bis +80	+60 bis +80	+60 bis +80	+60 bis +80	+60 bis +80	+60 bis +80	+60 bis +80	+60 bis +80	+60 bis +80	+60 bis +80	+60 bis +80	+60 bis +80	+60 bis +80	+60 bis +80	+60 bis +80
2013	C2F6	AR_Anw	t	-	-	-	0,54	1,62	1,72	1,82	1,92	2,02	2,12	2,22	2,32	2,42	1,98	0,93	0,90	0,83	0,84
2012	C2F6	AR_Anw	t	-	-	-	0,27	1,08	2,16	3,64	5,53	7,42	9,31	11,20	13,09	14,98	16,60	16,87	16,06	14,85	13,23
		Differenz	t	-	-	-	0,27	0,54	-0,44	-1,82	-3,61	-5,40	-7,19	-8,98	-10,77	-12,56	-14,62	-15,94	-15,16	-14,01	-12,39
2013	C3F8	AR_Anw	t	1,00	3,90	11,50	23,89	38,18	52,18	62,18	68,18	72,18	73,18	73,08	70,98	64,08	52,19	38,20	24,50	14,70	8,80
2012	C3F8	AR_Anw	t	0,50	2,45	7,70	17,70	31,04	47,73	61,17	67,46	72,25	76,19	77,23	75,28	70,03	60,04	46,70	30,01	16,57	10,28
		Differenz	t	0,50	1,45	3,80	6,20	7,15	4,46	1,02	0,73	-0,06	-3,01	-4,15	-4,30	-5,95	-7,85	-8,50	-5,51	-1,87	-1,48
2013	HFC-125	AR_Anw	t	8,45	73,37	193,69	468,48	780,47	1.088,49	1.329,81	1.392,33	1.462,50	1.533,39	1.605,00	1.644,44	1.637,95	1.653,95	1.694,60	1.769,61	1.989,30	2.194,21
2012	HFC-125	AR_Anw	t	4,48	50,72	185,44	422,27	742,88	1.109,29	1.468,40	1.791,61	2.097,80	2.403,86	2.704,73	2.959,64	3.121,69	3.183,82	3.173,17	3.125,53	3.085,18	3.074,13
		Differenz	t	3,97	22,65	8,25	46,21	37,59	-20,80	-138,59	-399,28	-635,31	-870,47	-1.099,73	-1.315,20	-1.483,74	-1.529,87	-1.478,57	-1.355,93	-1.095,88	-879,92
2013	HFC-134a	AR_Anw	t	16,50	62,17	158,00	649,21	1.206,57	1.775,31	2.299,04	2.391,10	2.500,00	2.607,06	2.732,89	2.869,68	2.954,40	3.071,79	3.257,85	3.472,31	3.713,01	3.901,77
2012	HFC-134a	AR_Anw	t	10,57	59,74	207,50	507,70	960,79	1.487,72	1.969,39	2.355,14	2.695,43	3.040,66	3.349,13	3.549,99	3.611,87	3.561,51	3.479,26	3.453,96	3.473,93	3.489,22
		Differenz	t	5,93	2,43	-49,50	141,51	245,79	287,59	329,64	35,96	-195,43	-433,61	-616,24	-680,31	-657,47	-489,72	-221,41	18,35	239,08	412,56
2013	HFC-143a	AR_Anw	t	2,56	14,79	56,44	247,95	483,35	729,85	962,66	1.019,63	1.089,72	1.160,65	1.239,19	1.334,40	1.413,33	1.515,37	1.643,14	1.791,07	1.935,67	2.064,95
2012	HFC-143a	AR_Anw	t	1,75	20,95	98,61	279,23	558,41	899,56	1.261,68	1.616,00	1.965,13	2.314,25	2.659,03	2.981,15	3.239,62	3.397,73	3.470,26	3.491,25	3.491,25	3.491,25
		Differenz	t	0,82	-6,16	-42,17	-31,27	-75,06	-169,71	-299,02	-596,37	-875,41	-1.153,60	-1.419,85	-1.646,75	-1.826,29	-1.882,35	-1.827,12	-1.700,18	-1.555,58	-1.426,29
2013	HFC-152a	AR_Anw	t	-	-	6,50	19,50	58,50	58,50	58,50	58,50	58,50	58,50	58,50	58,50	52,00	39,00	-	-	-	-
2012	HFC-152a	AR_Anw	t	-	-	3,25	13,00	39,00	71,50	91,00	100,00	102,50	102,50	99,25	89,50	63,50	31,00	11,50	2,50	-	-
		Differenz	t	-	-	3,25	6,50	19,50	-13,00	-32,50	-41,50	-44,00	-44,00	-40,75	-31,00	-11,50	8,00	-11,50	-2,50	-	-
2013	HFC-23	AR_Anw	t	0,50	1,50	2,50	4,50	8,50	12,50	16,50	20,50	24,50	28,50	32,00	35,00	38,00	40,00	40,00	40,00	39,00	37,00
2012	HFC-23	AR_Anw	t	0,50	1,50	2,50	4,23	6,92	10,34	20,29	36,27	52,26	68,24	83,73	98,71	113,70	127,95	138,12	144,43	144,21	137,96
		Differenz	t	-	-	-	0,27	1,58	2,16	-3,79	-15,77	-27,76	-39,74	-51,73	-63,71	-75,70	-87,95	-98,12	-104,43	-105,21	-100,96
2013	HFC-32	AR_Anw	t	0,26	0,79	1,78	28,22	54,72	82,73	109,71	117,46	126,61	135,80	146,06	157,90	167,77	180,33	195,55	212,88	229,55	244,43
2012	HFC-32	AR_Anw	t	-	-	-	-	0,35	1,50	4,03	8,63	15,41	24,38	35,12	46,48	57,85	69,21	80,22	90,44	99,27	106,03
		Differenz	t	0,26	0,79	1,78	28,22	54,37	81,24	105,68	108,83	111,20	111,42	110,94	111,42	109,92	111,13	115,33	122,44	130,28	138,40

Submission	Stoff	Wert	Einheit	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2013	C2F6	EM_Anw	t	-	-	-	0,10	0,30	0,31	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,32	0,15	0,14	0,13	0,13
2012	C2F6	EM_Anw	t	-	-	-	0,03	0,11	0,22	0,36	0,55	0,74	0,93	1,12	1,31	1,50	1,66	1,69	1,61	1,48	1,32
		Differenz	t	-	-	-	0,07	0,19	0,10	-0,04	-0,21	-0,39	-0,57	-0,75	-0,92	-1,10	-1,34	-1,54	-1,47	-1,36	-1,20
2013	C3F8	EM_Anw	t	0,19	0,75	2,18	4,46	7,03	9,47	11,13	12,02	12,54	12,52	12,31	11,77	10,46	8,38	6,03	3,80	2,24	1,32
2012	C3F8	EM_Anw	t	0,08	0,37	1,16	2,65	4,66	7,16	9,17	10,12	10,84	11,43	11,58	11,29	10,50	9,01	7,00	4,50	2,48	1,54
		Differenz	t	0,12	0,38	1,02	1,81	2,38	2,32	1,95	1,90	1,70	1,09	0,72	0,48	-0,05	-0,63	-0,97	-0,70	-0,24	-0,22
2013	HFC-125	EM_Anw	t	1,36	13,20	34,53	82,41	134,09	181,48	213,44	214,50	216,34	217,98	218,65	213,63	201,65	192,11	190,85	194,55	214,91	229,08
2012	HFC-125	EM_Anw	t	0,59	6,61	23,24	50,53	86,04	125,55	162,65	194,24	223,16	251,95	279,94	301,84	312,47	312,77	306,50	297,55	291,02	288,99
		Differenz	t	0,77	6,59	11,29	31,88	48,04	55,92	50,80	20,26	-6,82	-33,97	-61,29	-88,21	-110,82	-120,66	-115,65	-103,00	-76,11	-59,92
2013	HFC-134a	EM_Anw	t	1,09	5,51	15,04	93,76	178,99	259,00	324,77	317,26	312,29	307,32	303,64	304,21	300,42	299,59	316,58	336,80	356,09	362,75
2012	HFC-134a	EM_Anw	t	0,90	5,10	19,60	51,70	101,50	159,50	210,50	246,80	276,10	305,90	330,70	341,80	336,40	319,50	303,20	298,10	300,10	301,60
		Differenz	t	0,19	0,41	-4,56	42,06	77,49	99,50	114,27	70,46	36,19	1,42	-27,06	-37,59	-35,98	-19,91	13,38	38,70	55,99	61,15
2013	HFC-143a	EM_Anw	t	0,21	1,95	8,50	41,16	79,22	116,09	147,33	148,30	151,03	153,56	156,29	161,34	163,98	168,68	181,51	196,61	208,37	214,30
2012	HFC-143a	EM_Anw	t	0,16	1,96	9,38	26,74	53,78	86,76	121,42	154,91	187,61	220,32	252,48	282,21	305,55	319,34	325,40	327,07	327,07	327,07
		Differenz	t	0,05	-0,01	-0,88	14,42	25,44	29,33	25,91	-6,61	-36,59	-66,76	-96,19	-120,87	-141,57	-150,65	-143,89	-130,46	-118,70	-112,78
2013	HFC-152a	EM_Anw	t	-	-	1,23	3,64	10,78	10,62	10,47	10,31	10,16	10,01	9,85	9,70	8,48	6,26	-	-	-	-
2012	HFC-152a	EM_Anw	t	-	-	0,49	1,95	5,85	10,73	13,65	15,00	15,38	15,38	14,89	13,43	9,53	4,65	1,73	0,38	-	-
		Differenz	t	-	-	0,74	1,69	4,93	-0,10	-3,18	-4,69	-5,21	-5,37	-5,03	-3,73	-1,04	1,61	-1,73	-0,38	-	-
2013	HFC-23	EM_Anw	t	0,05	0,14	0,22	0,39	0,72	1,02	1,30	1,56	1,81	2,03	2,19	2,30	2,40	2,42	2,32	2,21	2,05	1,85
2012	HFC-23	EM_Anw	t	0,03	0,08	0,13	0,22	0,39	0,61	1,17	2,05	2,93	3,81	4,66	5,49	6,32	7,10	7,62	7,91	7,84	7,46
		Differenz	t	0,02	0,06	0,10	0,17	0,32	0,41	0,13	-0,48	-1,12	-1,78	-2,47	-3,19	-3,92	-4,68	-5,31	-5,70	-5,79	-5,61
2013	HFC-32	EM_Anw	t	0,01	0,02	0,05	4,58	8,81	12,94	16,49	16,70	17,10	17,47	17,87	18,52	18,88	19,48	20,97	22,69	24,02	24,69
2012	HFC-32	EM_Anw	t	-	-	-	-	0,03	0,15	0,40	0,86	1,54	2,44	3,51	4,65	5,78	6,92	8,02	9,04	9,93	10,60
		Differenz	t	0,01	0,02	0,05	4,58	8,78	12,79	16,08	15,84	15,56	15,03	14,36	13,87	13,10	12,56	12,95	13,65	14,09	14,09
2013	EF_Anw Steckerf.	[1]		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
2012	EF_Anw Steckerf.	[1]		0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
		Differenz	%	-3,85	-5,88	-8,00	-10,20	-12,50	-14,89	-17,39	-20,00	-22,73	-25,58	-28,57	-31,71	-35,00	-38,46	-42,11	-45,95	-50,00	-50,00
2013	EF_Anw Verfl.	[1]		0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07
2012	EF_Anw Verfl.	[1]		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
		Differenz	%	48,37	47,51	46,63	45,71	44,77	43,79	42,77	41,72	40,62	39,49	38,31	37,09	35,81	34,48	33,33	31,90	30,40	28,57
2013	EF_Anw Zentralan.	[1]		0,095- 0,195	0,092- 0,192	0,089- 0,190	0,087- 0,187	0,084- 0,184	0,082- 0,182	0,079- 0,179	0,076- 0,176	0,074- 0,174	0,071- 0,171	0,068- 0,168	0,066- 0,166	0,063- 0,163	0,061- 0,161	0,058- 0,158	0,055- 0,155	0,053- 0,153	0,05-0,15
2012	EF_Anw Zentralan.	[1]		0,1-0,18	0,1-0,19	0,1-0,20	0,1-0,21	0,1-0,22	0,1-0,23	0,1-0,24	0,1-0,25	0,1-0,26	0,1-0,27	0,1-0,28	0,1-0,29	0,1-0,30	0,1-0,31	0,1-0,32	0,1-0,33	0,1-0,34	0,1-0,35
		Differenz	%	-58 bis +49	-63 bis +48	-68 bis +47	-73 bis +47	-78 bis +46	-84 bis +45	-90 bis +44	-97 bis +43	-104 bis +42	-111 bis +42	-119 bis +41	-128 bis +40	-138 bis +39	-148 bis +38	-159 bis +37	-171 bis +36	-185 bis +34	-200 bis +33

Submission	Stoff	Wert	Einheit	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2013	C2F6	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,47	0,94	0,09	0,09	0,09
2012	C2F6	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,54	1,08	1,08	1,89	1,89
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,07	-0,13	-0,99	-1,80	-1,80
2013	C3F8	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,88	2,54	6,65	10,84	12,50	12,25	8,75	5,25
2012	C3F8	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	2,90	7,60	12,39	14,29	19,09	7,79	4,79
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,13	-0,36	-0,95	-1,55	-1,79	-6,84	0,96	0,46
2013	HFC-125	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	29,96	29,96	29,96	36,47	79,77	108,88	106,58	96,31	82,74	48,17	63,08
2012	HFC-125	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,35	92,34	199,09	292,17	344,65	366,16	330,06	307,56
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	29,96	29,96	29,96	23,12	-12,57	-90,21	-185,59	-248,34	-283,43	-281,90	-244,48
2013	HFC-134a	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	71,10	71,10	71,10	81,29	91,78	112,87	107,84	85,91	87,76	102,55	154,52
2012	HFC-134a	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81,54	218,01	359,51	442,50	423,28	328,59	332,75	337,95
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	71,10	71,10	71,10	-0,25	-126,23	-246,64	-334,66	-337,37	-240,83	-230,20	-183,43
2013	HFC-143a	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	31,00	31,00	31,00	32,26	33,55	36,39	33,99	23,35	22,79	35,79	59,21
2012	HFC-143a	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,69	45,31	136,01	246,02	307,16	349,12	349,12	349,12
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	31,00	31,00	31,00	23,56	-11,76	-99,62	-212,03	-283,80	-326,33	-313,33	-289,91
2013	HFC-152a	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,69	11,38	34,13	-	-	-
2012	HFC-152a	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,50	13,00	39,00	26,00	13,00	5,00	-	-
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-6,50	-13,00	-33,31	-14,63	21,13	-5,00	-	-
2013	HFC-23	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,44	0,88	0,88	1,75	3,50	3,50	3,50	3,50
2012	HFC-23	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,00	1,00	2,46	2,92	3,92	15,98	15,98
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,56	-0,13	-0,13	-0,71	0,58	-0,42	-12,48	-12,48
2013	HFC-32	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	3,43	3,43	3,43	3,61	3,80	4,22	3,97	2,81	2,83	4,38	7,19
2012	HFC-32	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,69	1,61	3,45	5,75
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	3,43	3,43	3,43	3,61	3,80	4,22	3,97	2,12	1,22	0,93	1,44
2013	C2F6	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,27	0,52	0,05	0,05	0,04
2012	C2F6	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,16	0,32	0,32	0,57	0,57
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	0,19	-0,28	-0,52	-0,52
2013	C3F8	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,53	1,51	3,85	6,11	6,84	6,51	4,51	2,63
2012	C3F8	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50	1,45	3,80	6,20	7,15	9,55	3,90	2,40
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	0,06	0,05	-0,09	-0,30	-3,03	0,62	0,23
2013	HFC-125	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	17,12	16,26	15,41	18,61	43,50	58,89	55,95	50,02	41,42	19,65	20,73
2012	HFC-125	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,09	40,26	80,05	107,09	121,96	123,65	105,20	93,45
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	17,12	16,26	15,41	12,52	3,24	-21,16	-51,14	-71,93	-82,23	-85,55	-72,72
2013	HFC-134a	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	40,63	38,60	36,57	41,40	46,22	57,65	53,41	42,61	42,05	45,36	57,06
2012	HFC-134a	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36,50	93,60	148,20	173,00	147,10	98,60	99,80	101,40
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	40,63	38,60	36,57	4,90	-47,38	-90,55	-119,59	-104,49	-56,55	-54,44	-44,34
2013	HFC-143a	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	17,71	16,83	15,94	15,90	15,86	16,76	14,92	9,98	9,45	13,08	18,44
2012	HFC-143a	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,65	15,67	44,96	76,93	94,23	104,74	104,74	104,74
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	17,71	16,83	15,94	12,26	0,19	-28,20	-62,01	-84,25	-95,29	-91,66	-86,29
2013	HFC-152a	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,29	6,41	18,68	-	-	-
2012	HFC-152a	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,25	6,50	19,50	13,00	6,50	2,50	-	-
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-3,25	-6,50	-16,21	-6,59	12,18	-2,50	-	-

Submission	Stoff	Wert	Einheit	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2013	HFC-23	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20	0,37	0,35	0,64	1,18	1,08	0,98	0,88
2012	HFC-23	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30	0,30	0,30	0,74	0,88	1,18	4,80	4,80
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,10	0,07	0,05	-0,10	0,30	-0,10	-3,82	-3,92
2013	HFC-32	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	1,96	1,86	1,76	1,79	1,82	1,98	1,78	1,24	1,22	1,67	2,33
2012	HFC-32	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,21	0,48	1,04	1,73
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	1,96	1,86	1,76	1,79	1,82	1,98	1,78	1,03	0,74	0,63	0,61
2013		EF_Ents Steckerf.	[1]	-	-	-	-	-	-	-	0,63	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54
2013		EF_Ents Verfl.	[1]	-	-	-	-	-	-	-	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,41	0,40	0,34
2013		EF_Ents Zentralan.	[1]	-	-	-	-	-	-	-	0,50	0,48	0,45	0,43	0,40	0,38	0,35	0,32	0,28	0,25	0,22
2012		EF_Ents	[1]	-	-	-	-	-	-	-	0,3-0,5	0,3-0,5	0,3-0,5	0,3-0,5	0,3-0,5	0,3-0,5	0,3-0,5	0,3-0,5	0,3-0,5	0,3-0,5	0,3-0,5
		Differenz	%	-	-	-	-	-	-	-	0 bis +53	-5 bis +52	-11 bis +51	-18 bis +51	-25 bis +50	-33 bis +49	-43 bis +48	-58 bis +47	-76 bis +46	-99 bis +45	-129 bis +44

Tabelle 139: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR, der EM und der EF in der Produktion, der Anwendung und der Entsorgung von C₂F₆, HFKW-125, HFKW-134a, HFKW-143a, HFKW-227ea, HFKW-23 und HFKW-32 in der Industriekälte (Subquellgruppe 2.F.1.d).

Submission	Stoff	Wert	Einheit	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2013	C2F6	AR_Prod	t	-	-	-	-	-	-	-	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	-	-	-	-
2012	C2F6	AR_Prod	t	-	-	-	0,50	0,60	0,70	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50
		Differenz	t	-	-	-	-0,50	-0,60	-0,70	-0,80	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,50	-0,50	-0,50	-0,50
2013	HFC-125	AR_Prod	t	1,51	6,24	24,45	128,21	258,83	397,47	551,76	720,59	855,69	924,92	982,06	1.043,46	1.097,75	1.146,35	1.197,48	1.329,16	1.499,74	1.777,69
2012	HFC-125	AR_Prod	t	2,95	5,65	28,90	55,30	90,14	135,39	142,34	142,34	142,34	142,34	142,34	142,23	142,34	142,34	142,34	142,34	142,34	142,34
		Differenz	t	-1,44	0,59	-4,45	72,91	168,68	262,08	409,43	578,25	713,35	782,58	839,73	901,24	955,41	1.004,01	1.055,14	1.186,82	1.357,41	1.635,35
2013	HFC-134a	AR_Prod	t	8,54	46,50	116,29	388,82	667,41	948,74	1.235,48	1.527,07	1.748,83	1.819,79	1.886,72	1.950,15	1.997,24	2.013,64	2.030,98	2.085,23	2.157,22	2.276,99
2012	HFC-134a	AR_Prod	t	9,76	28,00	57,60	125,00	197,65	238,74	175,76	175,76	175,76	175,76	175,76	175,75	175,76	175,75	175,75	175,75	175,75	175,76
		Differenz	t	-1,22	18,50	58,69	263,82	469,75	710,00	1.059,72	1.351,31	1.573,07	1.644,03	1.710,96	1.774,40	1.821,49	1.837,89	1.855,23	1.909,48	1.981,47	2.101,23
2013	HFC-143a	AR_Prod	t	1,56	6,46	25,30	132,67	267,84	411,31	570,98	745,68	885,49	957,13	1.016,26	1.079,80	1.135,98	1.186,27	1.239,18	1.306,84	1.382,14	1.488,09
2012	HFC-143a	AR_Prod	t	2,60	5,20	31,20	62,40	102,10	154,10	159,35	159,35	159,35	159,35	159,35	159,22	159,35	159,35	159,35	159,35	159,35	159,35
		Differenz	t	-1,04	1,26	-5,90	70,27	165,74	257,21	411,63	586,33	726,14	797,78	856,91	920,58	976,63	1.026,92	1.079,83	1.147,48	1.222,79	1.328,74
2013	HFC-227ea	AR_Prod	t	0,13	0,38	2,13	7,38	13,63	19,63	24,63	28,63	31,63	34,63	37,50	40,25	41,50	39,25	34,10	29,50	26,60	23,35
2012	HFC-227ea	AR_Prod	t	0,25	0,25	3,25	5,25	6,25	7,25	7,25	7,25	7,25	7,25	7,25	7,25	7,25	7,25	2,00	2,00	2,00	2,00
		Differenz	t	-0,13	0,13	-1,13	2,13	7,38	12,38	17,38	21,38	24,38	27,38	30,25	33,00	34,25	32,00	32,10	27,50	24,60	21,35
2013	HFC-23	AR_Prod	t	1,50	5,00	9,50	15,50	21,50	26,50	31,00	35,50	40,00	44,50	47,50	48,50	48,50	47,00	45,50	45,00	45,00	45,00
2012	HFC-23	AR_Prod	t	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	9,00	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	6,00	6,00	6,00	6,00
		Differenz	t	-1,50	1,00	4,50	9,50	14,50	17,50	21,50	26,00	30,50	35,00	38,00	39,00	39,00	37,50	39,50	39,00	39,00	39,00
2013	HFC-32	AR_Prod	t	0,17	0,71	2,80	14,67	29,62	45,48	63,14	82,46	97,92	105,84	112,38	119,40	125,61	131,17	137,03	144,51	152,83	164,55
2012	HFC-32	AR_Prod	t	0,69	1,15	2,30	2,30	3,45	4,60	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90
		Differenz	t	-0,52	-0,44	0,50	12,37	26,17	40,88	56,24	75,56	91,02	98,94	105,48	112,50	118,71	124,27	130,13	137,61	145,93	157,65
2013	C2F6	EM_Prod	t	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-
2012	C2F6	EM_Prod	t	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Differenz	t	-	-	-	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00
2013	HFC-125	EM_Prod	t	0,02	0,05	0,18	0,73	0,75	0,84	0,98	1,14	0,96	0,66	0,66	0,67	0,67	0,67	0,68	1,46	1,84	2,69
2012	HFC-125	EM_Prod	t	0,00	0,01	0,04	0,08	0,14	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
		Differenz	t	0,01	0,04	0,14	0,65	0,62	0,64	0,77	0,93	0,75	0,45	0,45	0,46	0,46	0,46	0,46	1,25	1,63	2,47
2013	HFC-134a	EM_Prod	t	0,05	0,20	0,38	1,43	1,41	1,44	1,48	1,52	1,17	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	1,00	1,18	1,56
2012	HFC-134a	EM_Prod	t	0,01	0,04	0,09	0,19	0,30	0,36	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
		Differenz	t	0,04	0,16	0,29	1,24	1,11	1,08	1,22	1,26	0,91	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,74	0,92	1,30
2013	HFC-143a	EM_Prod	t	0,02	0,05	0,19	0,76	0,78	0,87	1,01	1,18	0,99	0,68	0,69	0,69	0,69	0,69	0,70	0,84	0,91	1,07
2012	HFC-143a	EM_Prod	t	0,00	0,01	0,05	0,09	0,15	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
		Differenz	t	0,01	0,04	0,14	0,66	0,63	0,64	0,78	0,94	0,75	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,46	0,60	0,67	0,83
2013	HFC-227ea	EM_Prod	t	0,00	0,00	0,02	0,05	0,06	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01
2012	HFC-227ea	EM_Prod	t	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
		Differenz	t	0,00	0,00	0,01	0,04	0,05	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00

Submission	Stoff	Wert	Einheit	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2013	HFC-23	EM_Prod	t	0,02	0,04	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
2012	HFC-23	EM_Prod	t	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
		Differenz	t	0,01	0,03	0,04	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
2013	HFC-32	EM_Prod	t	0,00	0,01	0,02	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,11	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,10	0,12
2012	HFC-32	EM_Prod	t	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
		Differenz	t	0,00	0,00	0,02	0,08	0,08	0,09	0,10	0,12	0,10	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,09	0,11
2013		EF_Prod Anlagen	[1]	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
2013		EF_Prod steckerfertige Geräte	[1]	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
2012		EF_Prod alt	[1]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Differenz	%	+70 bis +85	+70 bis +85	+70 bis +85	+70 bis +85	+70 bis +85	+70 bis +85	+70 bis +85	+70 bis +85	+70 bis +85	+70 bis +85	+70 bis +85	+70 bis +85	+70 bis +85	+70 bis +85	+70 bis +85	+70 bis +85	+70 bis +85	+70 bis +85
2013	C2F6	AR_Anw	t	-	-	-	0,50	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	1,50	0,90	0,80	0,70	0,60
2012	C2F6	AR_Anw	t	-	-	-	0,25	0,80	1,45	2,20	3,10	4,10	5,10	6,10	7,10	8,10	8,85	9,05	8,90	8,65	8,25
		Differenz	t	-	-	-	0,25	0,30	-0,25	-0,90	-1,70	-2,60	-3,50	-4,40	-5,30	-6,20	-7,35	-8,15	-8,10	-7,95	-7,65
2013	HFC-125	AR_Anw	t	1,51	6,24	24,45	128,21	258,83	397,47	551,76	720,59	855,69	924,92	982,06	1.043,46	1.097,75	1.146,35	1.197,48	1.329,16	1.499,74	1.777,69
2012	HFC-125	AR_Anw	t	1,48	5,78	23,05	65,15	137,87	250,64	389,51	531,85	674,18	816,52	957,38	1.095,37	1.220,37	1.320,61	1.390,23	1.419,80	1.423,27	1.423,27
		Differenz	t	0,03	0,46	1,40	63,06	120,96	146,83	162,26	188,74	181,51	108,40	24,68	-51,90	-122,62	-174,26	-192,75	-90,63	76,47	354,42
2013	HFC-134a	AR_Anw	t	8,54	46,50	116,29	388,82	667,41	948,74	1.235,48	1.527,07	1.748,83	1.819,79	1.886,72	1.950,15	1.997,24	2.013,64	2.030,98	2.085,23	2.157,22	2.276,99
2012	HFC-134a	AR_Anw	t	4,88	23,76	66,56	157,86	319,19	537,38	744,63	920,39	1.096,16	1.271,92	1.442,80	1.599,68	1.732,63	1.817,09	1.831,51	1.789,07	1.757,58	1.757,58
		Differenz	t	3,66	22,74	49,73	230,96	348,22	411,36	490,85	606,68	652,67	547,88	443,92	350,47	264,61	196,55	199,47	296,16	399,65	519,42
2013	HFC-143a	AR_Anw	t	1,56	6,46	25,30	132,67	267,84	411,31	570,98	745,68	885,49	957,13	1.016,26	1.079,80	1.135,98	1.186,27	1.239,18	1.306,84	1.382,14	1.488,09
2012	HFC-143a	AR_Anw	t	1,30	5,20	23,40	70,20	152,45	280,55	437,28	596,64	755,99	915,34	1.073,40	1.228,78	1.369,87	1.482,43	1.559,53	1.590,78	1.593,41	1.593,41
		Differenz	t	0,26	1,26	1,90	62,47	115,39	130,76	133,70	149,05	129,50	41,79	-57,13	-148,98	-233,89	-296,15	-320,35	-283,95	-211,27	-105,31
2013	HFC-227ea	AR_Anw	t	0,13	0,38	2,13	7,38	13,63	19,63	24,63	28,63	31,63	34,63	37,50	40,25	41,50	39,25	34,10	29,50	26,60	23,35
2012	HFC-227ea	AR_Anw	t	0,13	0,38	2,13	6,38	12,13	18,88	26,13	33,38	40,63	47,88	55,00	62,00	67,50	70,50	69,38	64,63	59,38	54,13
		Differenz	t	-	-	-	1,00	1,50	0,75	-1,50	-4,75	-9,00	-13,25	-17,50	-21,75	-26,00	-31,25	-35,28	-35,13	-32,78	-30,78
2013	HFC-23	AR_Anw	t	1,50	5,00	9,50	15,50	21,50	26,50	31,00	35,50	40,00	44,50	47,50	48,50	48,50	47,00	45,50	45,00	45,00	45,00
2012	HFC-23	AR_Anw	t	1,50	5,00	9,50	15,00	21,50	29,50	38,75	48,25	57,75	67,25	75,25	81,25	86,25	90,25	91,50	89,50	86,25	82,75
		Differenz	t	-	-	-	0,50	-	-3,00	-7,75	-12,75	-17,75	-22,75	-27,75	-32,75	-37,75	-43,25	-46,00	-44,50	-41,25	-37,75
2013	HFC-32	AR_Anw	t	0,17	0,71	2,80	14,67	29,62	45,48	63,14	82,46	97,92	105,84	112,38	119,40	125,61	131,17	137,03	144,51	152,83	164,55
2012	HFC-32	AR_Anw	t	0,35	1,27	2,99	5,29	8,17	12,19	17,94	24,84	31,74	38,64	45,20	51,18	56,35	60,95	64,98	67,85	69,00	69,00
		Differenz	t	-0,17	-0,55	-0,19	9,38	21,45	33,29	45,20	57,62	66,18	67,20	67,18	68,23	69,26	70,22	72,05	76,66	83,83	95,55
2013	C2F6	EM_Anw	t	-	-	-	0,04	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13	0,13	0,14	0,15	0,11	0,07	0,06	0,05	0,04
2012	C2F6	EM_Anw	t	-	-	-	0,02	0,06	0,10	0,15	0,22	0,29	0,36	0,43	0,50	0,57	0,62	0,63	0,62	0,61	0,58
		Differenz	t	-	-	-	0,03	0,04	-0,00	-0,05	-0,10	-0,17	-0,23	-0,29	-0,36	-0,42	-0,51	-0,57	-0,57	-0,56	-0,54
2013	HFC-125	EM_Anw	t	0,13	0,54	2,11	10,94	21,85	33,18	45,54	58,80	69,03	73,75	77,39	81,25	84,45	87,12	87,72	93,71	101,61	115,55
2012	HFC-125	EM_Anw	t	0,10	0,40	1,61	4,56	9,65	17,54	27,27	37,23	47,19	57,16	67,02	76,68	85,43	92,44	97,32	99,39	99,63	99,63
		Differenz	t	0,03	0,14	0,50	6,38	12,19	15,63	18,27	21,57	21,83	16,59	10,37	4,58	-0,97	-5,32	-9,60	-5,68	1,98	15,92

Submission	Stoff	Wert	Einheit	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2013	HFC-134a	EM_Anw	t	0,75	3,71	8,31	28,07	47,89	67,48	87,06	106,56	119,94	120,95	121,57	122,17	122,39	122,08	118,99	118,40	118,72	121,88
2012	HFC-134a	EM_Anw	t	0,34	1,66	4,66	11,05	22,34	37,62	52,12	64,43	76,73	89,03	101,00	111,98	121,28	127,20	128,21	125,24	123,03	123,03
		Differenz	t	0,41	2,04	3,65	17,02	25,55	29,87	34,93	42,13	43,21	31,91	20,57	10,19	1,11	-5,11	-9,22	-6,83	-4,31	-1,15
2013	HFC-143a	EM_Anw	t	0,14	0,56	2,18	11,32	22,61	34,33	47,12	60,85	71,43	76,32	80,08	84,08	87,39	90,16	90,77	92,13	93,64	96,73
2012	HFC-143a	EM_Anw	t	0,09	0,36	1,64	4,91	10,67	19,64	30,61	41,76	52,92	64,07	75,14	86,01	95,89	103,77	109,17	111,35	111,54	111,54
		Differenz	t	0,05	0,20	0,54	6,41	11,93	14,69	16,52	19,08	18,51	12,24	4,94	-1,93	-8,50	-13,61	-18,40	-19,22	-17,90	-14,81
2013	HFC-227ea	EM_Anw	t	0,01	0,03	0,18	0,63	1,15	1,64	2,03	2,34	2,55	2,76	2,96	3,13	3,19	2,98	2,50	2,08	1,80	1,52
2012	HFC-227ea	EM_Anw	t	0,01	0,03	0,15	0,45	0,85	1,32	1,83	2,34	2,84	3,35	3,85	4,34	4,73	4,94	4,86	4,52	4,16	3,79
		Differenz	t	0,00	0,01	0,03	0,18	0,30	0,32	0,20	-0,00	-0,29	-0,59	-0,90	-1,21	-1,53	-1,95	-2,36	-2,44	-2,35	-2,27
2013	HFC-23	EM_Anw	t	0,13	0,44	0,82	1,32	1,81	2,21	2,56	2,90	3,23	3,55	3,74	3,78	3,73	3,57	3,33	3,17	3,05	2,93
2012	HFC-23	EM_Anw	t	0,11	0,35	0,67	1,05	1,51	2,07	2,71	3,38	4,04	4,71	5,27	5,69	6,04	6,32	6,41	6,27	6,04	5,79
		Differenz	t	0,03	0,09	0,15	0,27	0,31	0,15	-0,15	-0,48	-0,82	-1,16	-1,52	-1,91	-2,31	-2,75	-3,07	-3,09	-2,99	-2,87
2013	HFC-32	EM_Anw	t	0,02	0,06	0,24	1,25	2,50	3,80	5,21	6,73	7,90	8,44	8,86	9,30	9,66	9,97	10,04	10,19	10,35	10,70
2012	HFC-32	EM_Anw	t	0,02	0,09	0,21	0,37	0,57	0,85	1,26	1,74	2,22	2,70	3,16	3,58	3,94	4,27	4,55	4,75	4,83	4,83
		Differenz	t	-0,01	-0,03	0,03	0,88	1,93	2,94	3,96	4,99	5,68	5,73	5,69	5,72	5,72	5,70	5,49	5,44	5,52	5,87
2013		EF_Anw	[1]	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07
2012		EF_Anw	[1]	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
		Differenz	%	20,57	19,72	18,86	17,97	17,06	16,13	15,19	14,22	13,22	12,21	11,17	10,10	9,01	7,89	4,44	0,71	-3,32	-7,69
2013	C2F6	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,43	0,51	0,09	0,09	0,09
2012	C2F6	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50	0,60	0,70	0,80	1,00
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,08	-0,09	-0,62	-0,72	-0,92
2013	HFC-125	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,42	6,42	6,42	6,42	13,29	13,29	13,29	13,29	13,29
2012	HFC-125	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,95	5,65	28,90	55,30	90,14	135,39	142,34	142,34
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,42	3,47	0,77	-22,48	-42,01	-76,85	-122,10	-129,05	-129,05
2013	HFC-134a	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,14	18,14	22,41	35,24	63,21	63,21	63,21	63,21	63,21
2012	HFC-134a	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,76	28,00	57,60	125,00	197,65	238,74	175,76	175,76
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,14	8,38	-5,59	-22,36	-61,79	-134,44	-175,52	-112,55	-112,55
2013	HFC-143a	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,64	6,64	6,64	6,64	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76
2012	HFC-143a	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,60	5,20	31,20	62,40	102,10	154,10	159,35	159,35
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,64	4,04	1,44	-24,56	-48,64	-88,35	-140,35	-145,60	-145,60
2013	HFC-227ea	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11	0,21	1,49	4,46	5,31	5,10	4,25	3,40
2012	HFC-227ea	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,25	0,25	3,25	5,25	6,25	7,25	7,25	7,25
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,14	-0,04	-1,76	-0,79	-0,94	-2,15	-3,00	-3,85
2013	HFC-23	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,28	2,98	3,83	5,10	5,10	4,25	3,83	3,83
2012	HFC-23	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	9,00	9,50	9,50
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1,73	-1,03	-1,18	-0,90	-1,90	-4,75	-5,68	-5,68
2013	HFC-32	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,73	0,73	0,73	0,73	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52
2012	HFC-32	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,69	1,15	2,30	2,30	3,45	4,60	6,90	6,90
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,73	0,04	-0,42	-1,57	-0,78	-1,93	-3,08	-5,38	-5,38
2013	C2F6	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,19	0,22	0,03	0,03	0,02
2012	C2F6	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	0,18	0,21	0,24	0,30
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	0,04	-0,18	-0,21	-0,28

Submission	Stoff	Wert	Einheit	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2013	HFC-125	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,53	3,37	3,21	3,05	5,98	5,65	5,32	3,99	3,32
2012	HFC-125	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,89	1,70	8,67	16,59	27,04	40,62	42,70	42,70
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,53	2,48	1,51	-5,62	-10,61	-21,39	-35,30	-38,71	-39,38
2013	HFC-134a	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,98	9,52	11,90	19,78	36,66	35,59	34,63	32,13	30,77
2012	HFC-134a	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,93	8,40	17,28	37,50	59,30	71,62	52,73	52,73
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,98	6,59	3,50	2,50	-0,84	-23,71	-37,00	-20,60	-21,96
2013	HFC-143a	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,65	3,49	3,32	3,16	6,19	5,85	5,50	4,13	3,44
2012	HFC-143a	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,78	1,56	9,36	18,72	30,63	46,23	47,81	47,81
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,65	2,71	1,76	-6,20	-12,53	-24,78	-40,73	-43,68	-44,37
2013	HFC-227ea	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	0,11	0,71	2,01	2,26	2,04	1,28	0,85
2012	HFC-227ea	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08	0,08	0,98	1,58	1,88	2,18	2,18	2,18
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,02	0,03	-0,27	0,43	0,38	-0,14	-0,90	-1,33
2013	HFC-23	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,67	1,49	1,82	2,30	2,17	1,70	1,15	0,96
2012	HFC-23	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,70	2,85	2,85
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,23	0,29	0,32	0,50	0,07	-1,00	-1,70	-1,89
2013	HFC-32	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40	0,39	0,37	0,35	0,68	0,65	0,61	0,46	0,38
2012	HFC-32	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,21	0,35	0,69	0,69	1,04	1,38	2,07	2,07
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40	0,18	0,02	-0,34	-0,01	-0,39	-0,77	-1,61	-1,69
2013		EF_Ents	[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,47	0,45	0,43	0,40	0,38	0,36	0,34	0,26	0,21
2012		EF_Ents	[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
		Differenz	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35,83	32,77	29,41	25,70	21,57	16,96	11,76	-17,65	-41,18

Tabelle 140: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR, der EM und der EF in der Produktion, der Anwendung und der Entsorgung von HFKW-125, HFKW-134a, HFKW-143a und HFKW-32 bei Stationären Klimaanlage (Subquellgruppe 2.F.1.e).

Submission	Stoff	Wert	Einheit	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2013	HFC-125	AR_Prod	t	-	-	0,50	0,98	1,56	6,00	19,96	41,95	54,51	53,53	61,08	72,35	105,74	144,30	167,45	235,89	215,48	233,73
2012	HFC-125	AR_Prod	t	-	-	0,77	0,84	1,30	5,09	9,02	13,32	16,68	16,79	18,47	20,47	29,26	51,60	57,40	75,22	66,87	70,18
		Differenz	t	-	-	-0,27	0,14	0,27	0,91	10,94	28,63	37,84	36,73	42,61	51,88	76,48	92,70	110,05	160,67	148,61	163,55
2013	HFC-134a	AR_Prod	t	9,17	34,11	115,15	145,77	167,30	210,97	262,10	245,68	251,22	222,04	214,06	220,18	246,56	269,29	305,39	337,41	316,46	339,30
2012	HFC-134a	AR_Prod	t	21,94	61,87	184,63	260,69	277,78	282,20	159,64	181,19	162,61	162,73	165,13	165,95	149,25	193,47	191,90	224,25	161,02	186,85
		Differenz	t	-12,76	-27,76	-69,48	-114,92	-110,48	-71,24	102,45	64,49	88,61	59,32	48,94	54,23	97,31	75,82	113,49	113,16	155,44	152,45
2013	HFC-143a	AR_Prod	t	-	-	0,35	0,58	0,90	0,99	1,14	1,44	2,03	1,97	2,59	2,90	4,52	11,44	11,87	15,73	11,80	11,02
2012	HFC-143a	AR_Prod	t	-	-	0,51	0,53	0,73	0,74	0,86	1,09	1,67	1,64	2,36	2,75	4,37	11,92	13,91	26,21	23,09	24,80
		Differenz	t	-	-	-0,16	0,06	0,16	0,24	0,28	0,36	0,37	0,33	0,23	0,15	0,15	-0,48	-2,04	-10,48	-11,29	-13,78
2013	HFC-32	AR_Prod	t	-	-	0,18	0,45	0,74	4,75	17,48	37,47	48,66	47,85	54,77	65,64	97,24	129,30	151,48	215,70	198,67	217,56
2012	HFC-32	AR_Prod	t	-	-	0,31	0,36	0,62	4,15	7,68	11,48	14,18	14,31	15,33	16,96	24,31	39,60	43,71	51,01	45,69	47,63
		Differenz	t	-	-	-0,12	0,08	0,12	0,60	9,80	26,00	34,48	33,54	39,44	48,68	72,93	89,70	107,77	164,69	152,98	169,94
2013	HFC-125	EM_Prod	t	-	-	0,00	0,00	0,01	0,03	0,11	0,24	0,31	0,32	0,43	0,52	0,71	0,95	1,14	1,50	1,36	1,50
2012	HFC-125	EM_Prod	t	-	-	0,00	0,00	0,00	0,03	0,08	0,12	0,14	0,14	0,16	0,18	0,24	0,31	0,42	0,47	0,42	0,47
		Differenz	t	-	-	0,00	0,00	0,01	-0,00	0,04	0,12	0,16	0,18	0,26	0,34	0,47	0,63	0,72	1,03	0,94	1,03
2013	HFC-134a	EM_Prod	t	0,05	0,20	0,60	0,70	0,80	1,00	1,40	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,50	1,60	1,90	1,96	1,82	1,83
2012	HFC-134a	EM_Prod	t	-	0,10	0,30	0,40	0,50	0,50	0,40	0,50	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,50	0,50	0,60	0,40	0,30
		Differenz	t	0,05	0,10	0,30	0,30	0,30	0,50	1,00	0,80	0,80	0,90	0,80	0,90	1,00	1,10	1,40	1,36	1,42	1,53
2013	HFC-143a	EM_Prod	t	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,06	0,06	0,08	0,06	0,06
2012	HFC-143a	EM_Prod	t	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
		Differenz	t	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05	0,05	0,06	0,04	0,04
2013	HFC-32	EM_Prod	t	-	-	0,00	0,00	0,00	0,03	0,10	0,22	0,28	0,29	0,39	0,48	0,66	0,86	1,04	1,39	1,27	1,41
2012	HFC-32	EM_Prod	t	-	-	0,00	0,00	0,00	0,03	0,07	0,11	0,13	0,13	0,15	0,17	0,23	0,30	0,40	0,45	0,40	0,45
		Differenz	t	-	-	0,00	0,00	0,00	-0,00	0,03	0,10	0,14	0,16	0,24	0,31	0,43	0,57	0,65	0,94	0,87	0,96
2013		EF_Prod Split	[1]	-	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
2013		EF_Prod Multisplit, VRF	[1]	-	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
2012		EF_Prod	[1]	-	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
		Differenz	%	-	+75 bis -150	+75 bis -150	+75 bis -150	+75 bis -150	+75 bis -150	+75 bis -150	+75 bis -150	+75 bis -150	+75 bis -150	+75 bis -150	+75 bis -150	+75 bis -150	+75 bis -150	+75 bis -150	+75 bis -150	+75 bis -150	+75 bis -150
2013		EF_Prod Großanlage	[1]	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
2012		EF_Prod Großanlage	[1]	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
		Differenz	%	-100,00	-100,00	-100,00	-100,00	-100,00	-100,00	-100,00	-100,00	-100,00	-100,00	-100,00	-100,00	-100,00	-100,00	-100,00	-100,00	-100,00	-100,00

Submission	Stoff	Wert	Einheit	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2013		EF_Prod Wärmep.	[1]	-	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
2012		EF_Prod Wärmep.	[1]	-	0,07-0,25	0,07-0,25	0,07-0,25	0,07-0,25	0,07-0,25	0,07-0,25	0,07-0,25	0,07-0,25	0,07-0,25	0,07-0,25	0,07-0,25	0,07-0,25	0,07-0,25	0,07-0,25	0,07-0,25	0,07-0,25	0,07-0,25
		Differenz	%	-	bis -4900	bis -4900	bis -4900	bis -4900	bis -4900	bis -4900	bis -4900	bis -4900	bis -4900	bis -4900	bis -4900	bis -4900	bis -4900	bis -4900	bis -4900	bis -4900	bis -4900
2013	HFC-125	AR_Anw neu	t	-	-	0,50	1,48	3,04	10,53	35,91	90,35	160,05	239,54	354,84	497,69	685,83	934,42	1.231,77	1.594,01	1.903,43	2.243,41
2012	HFC-125	AR_Anw alt	t	-	-	0,38	1,19	2,45	14,30	50,96	120,85	218,94	326,36	443,79	583,77	756,63	984,50	1.279,31	1.620,90	1.947,36	2.245,57
		Differenz	t	-	-	0,12	0,29	0,60	-3,77	-15,04	-30,50	-58,89	-86,82	-88,95	-86,07	-70,80	-50,08	-47,54	-26,89	-43,93	-2,16
2013	HFC-134a	AR_Anw neu	t	9,17	43,28	158,43	304,21	471,50	685,56	958,93	1.230,59	1.511,52	1.784,08	2.061,60	2.360,54	2.693,18	3.230,34	3.638,10	4.050,55	4.371,99	4.687,37
2012	HFC-134a	AR_Anw alt	t	9,14	44,06	147,05	333,19	558,66	811,38	1.059,71	1.324,26	1.623,28	1.913,99	2.206,61	2.495,28	2.751,02	2.962,88	3.143,36	3.311,43	3.460,82	3.571,56
		Differenz	t	0,03	-0,78	11,38	-28,99	-87,16	-125,82	-100,78	-93,67	-111,76	-129,91	-145,01	-134,74	-57,84	267,46	494,73	739,13	911,17	1.115,81
2013	HFC-143a	AR_Anw neu	t	-	-	0,35	0,94	1,83	2,82	3,96	5,41	7,44	9,41	12,00	14,90	19,42	30,87	42,74	58,47	70,26	80,94
2012	HFC-143a	AR_Anw alt	t	-	-	0,25	0,77	1,41	2,14	2,95	3,92	5,29	6,95	8,95	11,51	15,07	23,22	36,13	56,20	80,84	104,53
		Differenz	t	-	-	0,10	0,16	0,43	0,68	1,02	1,49	2,15	2,46	3,05	3,40	4,35	7,65	6,61	2,27	-10,58	-23,60
2013	HFC-32	AR_Anw neu	t	-	-	0,18	0,63	1,37	7,49	29,95	78,92	141,61	213,48	319,45	451,99	627,74	857,04	1.133,51	1.471,86	1.763,05	2.086,24
2012	HFC-32	AR_Anw alt	t	-	-	0,15	0,49	1,16	11,51	44,66	108,41	198,52	297,70	406,53	537,61	700,73	914,89	1.192,40	1.511,39	1.813,63	2.091,36
		Differenz	t	-	-	0,03	0,14	0,22	-4,01	-14,70	-29,49	-56,92	-84,22	-87,08	-85,61	-72,99	-57,85	-58,90	-39,52	-50,58	-5,11
2013	HFC-125	EM_Anw neu	t	-	-	0,01	0,04	0,08	0,48	1,97	5,27	8,40	12,30	18,34	25,53	34,52	45,66	58,93	73,83	85,61	98,11
2012	HFC-125	EM_Anw alt	t	-	-	0,01	0,03	0,07	0,61	2,27	5,26	9,31	13,73	18,43	23,70	29,86	37,67	47,40	58,46	69,31	79,63
		Differenz	t	-	-	0,00	0,01	0,01	-0,13	-0,30	0,01	-0,91	-1,43	-0,09	1,83	4,66	7,98	11,53	15,38	16,30	18,48
2013	HFC-134a	EM_Anw neu	t	0,60	2,60	9,40	18,00	27,80	40,60	56,70	73,00	76,00	87,90	100,10	112,60	125,90	146,80	161,60	174,37	181,22	186,74
2012	HFC-134a	EM_Anw alt	t	0,50	2,60	8,70	19,80	33,20	47,90	61,60	75,00	89,90	104,60	119,40	134,00	146,80	156,30	163,60	170,40	177,60	184,90
		Differenz	t	0,10	-	0,70	-1,80	-5,40	-7,30	-4,90	-2,00	-13,90	-16,70	-19,30	-21,40	-20,90	-9,50	-2,00	3,97	3,62	1,84
2013	HFC-143a	EM_Anw neu	t	-	-	0,01	0,02	0,05	0,07	0,10	0,14	0,19	0,24	0,30	0,37	0,49	0,77	1,07	1,46	1,76	2,02
2012	HFC-143a	EM_Anw alt	t	-	-	0,01	0,02	0,04	0,05	0,07	0,10	0,13	0,17	0,22	0,29	0,38	0,58	0,90	1,40	2,02	2,61
		Differenz	t	-	-	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,08	0,11	0,19	0,17	0,06	-0,26	-0,59
2013	HFC-32	EM_Anw neu	t	-	-	0,00	0,02	0,03	0,38	1,74	4,74	7,59	11,16	16,78	23,54	32,04	42,55	55,13	69,32	80,60	92,69
2012	HFC-32	EM_Anw alt	t	-	-	0,00	0,01	0,04	0,52	2,03	4,77	8,49	12,57	16,91	21,82	27,59	34,94	44,13	54,53	64,71	74,46
		Differenz	t	-	-	0,00	0,00	-0,00	-0,14	-0,30	-0,03	-0,90	-1,41	-0,13	1,72	4,45	7,61	11,00	14,79	15,90	18,23

Submission	Stoff	Wert	Einheit	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2013		EF_Anw mobile	[1]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
2013		EF_Anw Split	[1]	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
2013		EF_Anw Multisplit	[1]	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06
2013		EF_Anw VRF	[1]	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07
2012		EF_Anw	[1]	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
		Differenz	%	+35 bis	+34 bis	+32 bis	+31 bis	+29 bis	+27 bis	+26 bis	+24 bis	+22 bis	+20 bis	+18 bis	+16 bis	+14 bis	+11 bis	+9 bis	+6 bis	+3 bis	0 bis
				+74	+74	+73	+73	+72	+72	+71	+71	+70	+70	+69	+69	+68	+67	+67	+66	+65	+64
2013		EF_Anw Großanlage	[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
2012		EF_Anw Großanlage	[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
		Differenz	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-20,00	-22,73	-25,58	-28,57	-31,71	-35,00	-38,46	-42,11	-45,95	-50,00
2013	HFC-125	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08	0,94	3,01
2012	HFC-125	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,31	19,88	51,37
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-6,23	-18,94	-48,36
2013	HFC-134a	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,50	13,50	13,50	18,00	18,00	23,27	32,65	36,84
2012	HFC-134a	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50,00	100,00	111,34	124,46	52,69	112,44
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,50	13,50	-36,50	-82,00	-93,34	-101,19	-20,04	-75,60
2013	HFC-143a	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,26
2012	HFC-143a	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,51
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,25
2013	HFC-32	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	0,86	2,56
2012	HFC-32	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,80	18,29	47,15
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-5,73	-17,43	-44,59
2013	HFC-125	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,61	1,88
2012	HFC-125	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,89	5,96	15,41
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1,84	-5,35	-13,53
2013	HFC-134a	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,12	4,01	3,91	5,07	4,93	6,30	9,24	11,71
2012	HFC-134a	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,00	30,00	33,40	37,34	15,81	33,73
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,12	4,01	-11,09	-24,93	-28,48	-31,04	-6,57	-22,03
2013	HFC-143a	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13
2012	HFC-143a	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,02
2013	HFC-32	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	0,56	1,63
2012	HFC-32	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,74	5,49	14,30
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1,70	-4,92	-12,67

Submission	Stoff	Wert	Einheit	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2013	EF_Ents mobile	[1]		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,60	0,60	0,59	0,59	0,58	0,57	0,57	0,56
2013	EF_Ents Split	[1]		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,53
2013	EF_Ents Multisplit, VRF	[1]		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,41	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35
2012	EF_Ents	[1]		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
	Differenz	%												+28 bis +50	+26 bis +50	+24 bis +49	+22 bis +49	+21 bis +48	+19 bis +48	+16 bis +47	+14 bis +47
2013	EF_Ents Chiller			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,31	0,30	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23
2013	EF_Ents Turbo			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,27	0,27	0,26	0,25	0,25	0,24	0,23	0,23
2012	EF_Ents	[1]		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
	Differenz	%		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+3 bis -9	-1 bis - 12	-6 bis - 15	-10 bis - 18	-15 bis - 22	-21 bis - 25	-27 bis - 29	-33,00
2013	EF_Ents Wärmepumpe	[1]		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,44	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,38
2012	EF_Ents Wärmepumpe	[1]		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
	Differenz	%		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32,44	30,90	29,30	27,61	25,86	24,00	22,06	20,00

Tabelle 141: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR, der EM und der EF in der Produktion, der Anwendung und der Entsorgung von HFKW-134a bei Mobilen Klimaanlage (Subquellgruppe 2.F.1.f).

Submission	Stoff	Wert	Einheit	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2013	HFC-134a	AR_Prod	t	16,80	95,59	555,45	971,25	1.617,73	2.309,79	2.850,98	3.701,24	4.117,02	3.828,78	3.940,85	3.805,69	3.912,08	4.045,67	4.134,61	4.138,74	3.964,41	3.909,78	3.277,42	4.054,47
2012	HFC-134a	AR_Prod	t	33,63	95,59	555,26	930,77	1.581,31	2.230,16	2.761,94	3.612,53	4.058,32	3.798,78	3.925,43	3.790,13	3.898,75	4.020,52	4.128,70	4.228,95	4.404,66	4.340,39	3.642,47	4.034,41
		Differenz	t	-16,83	-0,00	0,19	40,48	36,42	79,63	89,03	88,71	58,70	30,00	15,41	15,56	13,34	25,16	5,91	-90,20	-440,25	-430,61	-365,05	20,07
2013	HFC-134a	EM_Prod	t	0,04	0,28	1,80	3,30	5,41	7,68	10,05	13,43	15,07	15,46	16,43	16,10	16,55	17,19	17,76	18,16	18,59	18,34	15,51	18,16
2012	HFC-134a	EM_Prod	t	0,06	0,19	1,08	1,97	3,37	4,81	6,37	8,56	9,68	9,94	10,63	10,46	10,70	11,10	11,54	11,77	12,49	12,25	10,51	11,84
		Differenz	t	-0,01	0,09	0,72	1,33	2,04	2,88	3,67	4,87	5,39	5,52	5,80	5,64	5,85	6,09	6,23	6,38	6,10	6,09	5,00	6,32
2013	HFC-134a	EF_Prod Bus	g/Stk	-	-	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
2012	HFC-134a	EF_Prod Bus	g/Stk	-	-	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
		Differenz	%	-	-	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00
2013	HFC-134a	EF_Prod Nfz	g/Stk	-	-	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
2012	HFC-134a	EF_Prod Nfz	g/Stk	-	-	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
		Differenz	%	-	-	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
2013	HFC-134a	EF_Prod Pkw	g/Stk	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
2012	HFC-134a	EF_Prod Pkw	g/Stk	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
		Differenz	%	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33
2013	HFC-134a	AR_Anw	t	20,57	84,62	410,29	1.009,93	1.866,72	3.133,94	4.749,46	6.807,52	8.971,29	11.151,46	13.119,52	14.899,97	16.621,60	18.298,64	20.021,76	21.702,45	21.021,22	21.958,49	23.193,54	24.121,53
2012	HFC-134a	AR_Anw	t	8,40	49,77	246,15	716,60	1.444,91	2.540,84	4.084,92	6.022,49	8.269,73	10.569,71	12.812,48	14.994,57	17.080,67	19.127,95	21.082,17	22.903,03	24.438,73	25.506,90	26.265,05	26.554,66
		Differenz	t	12,17	34,85	164,14	293,33	421,81	593,10	664,54	785,03	701,55	581,75	307,04	-94,60	-459,07	-829,31	-1.060,41	-1.200,58	-3.417,52	-3.548,41	-3.071,50	-2.433,14
2013	HFC-134a	EM_Anw	t	2,10	8,40	53,00	165,85	361,32	889,22	1.497,24	2.130,83	2.716,91	3.037,35	3.304,93	3.548,81	3.792,43	4.037,19	4.263,99	4.525,10	4.596,84	4.876,04	5.182,11	5.415,53
2012	HFC-134a	EM_Anw	t	0,80	4,90	25,30	74,45	150,34	263,66	422,77	622,00	852,97	1.089,79	1.320,67	1.545,39	1.760,67	1.971,71	2.172,54	2.359,76	2.518,82	2.631,86	2.710,91	2.740,27
		Differenz	t	1,30	3,50	27,71	91,40	210,98	625,56	1.074,47	1.508,83	1.863,94	1.947,56	1.984,26	2.003,42	2.031,76	2.065,48	2.091,45	2.165,34	2.078,02	2.244,18	2.471,20	2.675,26
2013	HFC-134a	EF_Anw Nfz	[1]	-	-	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
2012	HFC-134a	EF_Anw Nfz < 1,5 t	[1]	-	-	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
2012	HFC-134a	EF_Anw Nfz > 1,5 t	[1]	-	-	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
		Differenz	%	-	-	Obis+33	Obis+33	Obis+33	Obis+33	Obis+33	Obis+33	Obis+33	Obis+33	Obis+33	Obis+33	Obis+33	Obis+33	Obis+33	Obis+33	Obis+33	Obis+33	Obis+33	Obis+33
2013	HFC-134a	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,60	3,32	15,11	16,15	18,68	21,04	31,86	100,51	53,38
2012	HFC-134a	AR_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33,00	111,77	190,17	443,89	666,05	848,33	1.296,87	1.665,14	2.054,80
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-31,40	-108,45	-175,06	-427,74	-647,36	-827,28	-1.265,01	-1.564,63	-2.001,42
2013	HFC-134a	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	2,10	5,78	5,76	6,36	7,19	12,77	55,00	25,37
2012	HFC-134a	EM_Ents	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,90	33,53	57,03	133,17	199,84	254,47	389,04	499,51	616,46
		Differenz	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-8,90	-31,43	-51,25	-127,41	-193,48	-247,29	-376,27	-444,51	-591,09
2013	HFC-134a	EF_Ents	[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
2012	HFC-134a	EF_Ents	[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
		Differenz	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-42,86	-42,86	-42,86	-42,86	-42,86	-42,86	-42,86	-42,86	-42,86

4.7.1.5 Geplante Verbesserungen (2.F.1 alle)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.7.2 Schaumherstellung (2.F.2)

Auch bei der Schaumherstellung werden teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW) als Ersatz für die Ozonschicht schädigenden und klimaschädlichen FCKW und HFCKW seit 1993 eingesetzt.

Für Weichschäume werden keine HFKW als Treibmittel benötigt, so dass sie bei der Berichterstattung nicht berücksichtigt werden.

Zu den vier Kategorien von Hartschaum, bei denen HFKW als Treibmittel eingesetzt werden zählen PU-Hartschaum, PU-Integralschaum, PU-Montageschaum (OCF) und XPS-Dämmschaum.

4.7.2.1 PU-Schaumprodukte (2.F.2)

4.7.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.2)

Zu den PU-Schaumprodukten in Deutschland gehören Hartschaum- und Integralschaumprodukte. Hartschaumprodukte kommen in vielen verschiedenen Anwendungen vor, z.B. Haushaltsgeräte, Dämmplatten, Sandwichelemente oder Kleinserienisolierschäume. Integralschäume werden z.B. bei Sport- und Freizeitschuhen sowie Automobilteilen eingesetzt. Im Zeitraum zwischen 1996 und 1997 wurden HFKW nur bei Integralschäumen eingesetzt, seit 1998 auch als Treibmittel in PU-Hartschaumprodukten. Die Verwendung von HFKW geht zugunsten von Kohlenwasserstoffen wie Pentan zurück.

Die Zeitreihe beginnt erst 1996 und zeigt bis 2001 einen geringen Anstieg der Emissionen. Von 2002 bis 2004 ist ein größerer Anstieg zu verzeichnen. Dies steht in Einklang mit der historischen Entwicklung des HFKW-Einsatzes in dieser Anwendung, der in Folge des langen HFCKW-Einsatzes erst langsam beginnt. Ab 2005 sinken die Emissionen von PU-Schaumprodukten wieder leicht ab.

Neben dem HFKW-134a werden seit 2002 als Treibmittel HFKW-365mfc (mit einem geringen Zusatz an HFKW-227ea) und seit 2004 HFKW-245fa eingesetzt. HFKW-245ca wird in Deutschland nicht angewendet.

4.7.2.1.2 Methodische Aspekte (2.F.2)

Es werden zur Emissionsbestimmung Gleichung 1 und Gleichung 2 angewandt. Die Fertigungsemission umfasst die HFKW-Menge, die spätestens innerhalb eines Jahres nach Fertigungszeitpunkt emittiert ist (Erstjahresverlust).

Emissionsfaktoren

Die verwendeten Emissionsfaktoren können Tabelle 137 entnommen werden und entsprechen bei PU-Hartschaum unter Verwendung von HFKW-134a den in den IPCC-GPG (2000) auf Seite 3.96 angegebenen Standardwerten. Die Emissionsfaktoren für alle anderen HFKW wurden mit nationalen Experten abgestimmt und zum Teil angepasst. So wurde der Emissionsfaktor für die Herstellung von PU-Hartschaum unter Verwendung von

365mfc/227ea von 10 % auf 15 % erhöht, da ab 2004 dieses HFKW-Gemisch verstärkt in offenen Anwendungen vor Ort, vor allem Spritzschaum, eingesetzt wird.

Der Emissionsfaktor aus dem Bestand für HFKW-365mfc stammt noch aus einer Abschätzung aus den Versuchsprodukten.

Bei Integralschäumen entweicht das Treibmittel bis auf wenige Reste während des Schäumungsvorgangs. Da die Reste laut konsultierten inländischen Experten maximal innerhalb 2 Jahren ausgasen, wird in Deutschland ein Emissionsfaktor von 100 % bei der Herstellung als angemessen betrachtet im Unterschied zur IPCC-GPG (2000).

Aktivitätsdaten

Die Inlands-Neuverbräuche für jedes Treibmittel und jede Produktgruppe basieren auf den in Deutschland produzierten Mengen an Schaumprodukten. Die Bestände basieren auf den in Deutschland eingesetzten Mengen an Schaumprodukten (Verkauf in Deutschland) seit Einführung der HFKW. Abgänge, die den Bestand mindern, spielen bei einer Lebensdauer von mindestens 20 Jahren bis auf weiteres noch keine Rolle.

Inlands-Neuverbräuche und Inlands-Absatz an Schaumprodukten werden jährlich durch Herstellerbefragung, Anwenderbefragung, Treibmittellieferanten und Verbandsinformationen (IVPU) erhoben.

4.7.2.2 PU-Montageschaum (2.F.2)

4.7.2.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.2)

Unter dem Begriff „Montageschaum“ wird Polyurethanschaum verstanden, der aus Druckbehältern (Dosen) vor Ort ausgetragen wird. Als Treibmittel werden seit dem HFCKW-Verbot Gemische aus HFKW und Propan, Butan oder Dimethylether (DME) eingesetzt, wobei der HFKW-Anteil in den Dosen seit 1996 immer mehr reduziert worden ist.

HFKW-134a wird in Deutschland bereits seit 1992 bei der Produktion von PU-Montageschaumdosen eingesetzt, HFKW-152a fand zwischen 2002 und 2004 Verwendung. Importierte und in Deutschland verwendete Montageschaumdosen enthalten seit 1992 HFKW-134a und seit 1995 HFKW-152a. Die Emissionen von PU-Montageschaum sinken seit 1997. Seit dem 4. Juli 2008 gilt, mit wenigen Ausnahmen, in der EU ein Verbot für das Inverkehrbringen von Einkomponentenschäumen, die mit fluorierten Treibhausgasen mit einem Treibhauspotential (Global Warming Potential, GWP) über 150 befüllt wurden. Die Höhe der zukünftigen Emissionen wird daher voraussichtlich relativ konstant auf einem niedrigen Niveau bleiben.

4.7.2.2.2 Methodische Aspekte (2.F.2)

Gemäß IPCC-Guidelines (1996b: S. 2.58) wird bei dieser offenen Anwendung die Emission gleich der in den Dosen verkauften Menge HFKW gesetzt. Im Unterschied zur IPCC Methode wird aber angenommen, dass sämtliche Emissionen im Verkaufsjahr entstehen, da eine zügige Anwendung und Entsorgung erfolgt. Zwar sind verbrauchte Dosen bei der Entsorgung nicht vollständig leer, sondern enthalten noch etwa 8 % der ursprünglichen Schaummenge einschließlich Treibgas. Dieses Treibgas gelangt jedoch verzögert zum größten Teil ebenfalls in die Atmosphäre.

Die Befüllungsemissionen werden aus der Zahl der jährlich in Deutschland abgefüllten Dosen und dem Treibmittelverlust pro Dose berechnet.

Anwendungsemissionen werden mit Gleichung 2 berechnet.

Emissionsfaktoren

Der $EF_{\text{Herstellung}}$ wurde durch Experten- und Herstellerbefragung ermittelt und hatte von 1992 bis 2002 einen Wert von 1,5 g/Dose, ab dem Jahr 2003 nur noch 0,5 g/Dose, da die Gesamtfüllmengen der Dosen kleiner sind.

Aktivitätsdaten

Für die Ermittlung des inländischen HFKW-Neuverbrauchs zur Abfüllung und der dabei entstehenden Befüllungsverluste (Fertigungsemissionen) werden folgende Daten benötigt:

- Anzahl der jährlich in Deutschland abgefüllten Dosen mit HFKW-134a bzw. HFKW-152a,
- HFKW-Gehalt je Dose in Gramm,
- spezifischer Befüllungsverlust.

Diese Daten werden durch Expertenbefragung erhoben.

Für die Ermittlung der Anwendungsemissionen pro Jahr werden folgende Angaben benötigt:

- Anzahl der jährlich in Deutschland verkauften Dosen mit dem Treibmittel 134a bzw. 152a,
- HFKW-Gehalt je Dose in Gramm.

Diese Daten stammen von den Herstellern selber.

Die Daten zu Montageschaum vor dem Jahr 1995 stammen aus einem Gespräch mit führenden ausländischen OCF-Anbietern aus dem Jahr 2006 sowie älteren Veröffentlichungen.

4.7.2.3 XPS-Hartschaum (2.F.2)

4.7.2.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.2)

Verbräuche und Emissionen von HFKW zur Herstellung von XPS-Dämmplatten gibt es erst seit 2001, da vorher HFCKW oder alternativ CO₂/Ethanol eingesetzt wurde. Zum Einsatz kommen HFKW-152a und 134a, entweder allein oder als Gemisch.

4.7.2.3.2 Methodische Aspekte (2.F.2)

Die Gesamtemissionen aus diesem Bereich werden nach Gleichung 1 und Gleichung 2 berechnet. Der Inlands-Neuverbrauch wird für beide verwendeten HFKW direkt vom europäischen Verband CEFIC⁵³ respektive dessen Branchengruppe EXIBA⁵⁴ gemeldet.

Auffangen und Rückgewinnung der HFKW wurden erprobt, bislang aber aus technischen und ökonomischen Gründen nicht umgesetzt.

Anwendungsemissionen errechnen sich aus dem mittleren inländischen HFKW-Bestand in XPS-Dämmstoffen. Dieser erhöht sich jährlich nur durch Neuzugänge von 134a-haltigen

⁵³ CEFIC – The European Chemical Industry Council

⁵⁴ EXIBA – European Extruded Polystyrene Insulation Board Association

Dämmplatten. Abgänge vom Bestand spielen bei einer Lebensdauer von 50 Jahren noch keine Rolle. Der HFKW-Neuzugang entspricht nicht dem jährlichen Neuverbrauch abzgl. der Herstellungsemissionen. Denn durch den Außenhandel, besonders dem Export von 134a-haltigem XPS, bilden nur 25 % (Kehrwert der Exportquote) des in den Produkten enthaltenen HFKW-134a einen Neuzugang zum inländischen HFKW-Bestand.

Entsorgungsemissionen sind bisher nicht relevant.

Emissionsfaktoren

Die Herstellungsemissionen (HFKW-Erstjahresverlust) für HFKW-152a betragen praktisch 100 % ($EF_{\text{Herstellung}}$ von HFKW-152a = 1), da es bei der Produktion nur als Treibmittel benutzt wird. Beim HFKW-134a emittiert bei der Schäumung nur eine Teilmenge des Verbrauchs, der Hauptteil geht ins Produkt ein. Der $EF_{\text{Herstellung}}$ von HFKW-134a wird empirisch bestimmt und vom Fachverband CEFIC⁵⁵ bzw. dessen Branchenverband EXIBA⁵⁶ mitgeteilt.

Der Sprecher des Fachverbands Polystyrol-Extruderschäumstoff e.V. (FPX) schätzte die jährlichen Ausgasungen von eingeschlossenem HFKW-134a-Zellgas im Jahr 2002 auf unter 1 %. Dem zugrunde liegt u.a. eine interne Studie der BASF über die Halbwertszeit verschiedener Zellgase, u.a. auch HFKW-134a (WEILBACHER 1987). Der $EF_{\text{Anwendung}}$ aus dieser Laborstudie wird für den HFKW-134a benutzt. Die Diffusion aus den Platten ist dickeabhängig und kann nur als Durchschnitt bzw. als Wert für bestimmte Plattenstärken angegeben werden. Der verwendete Wert $EF_{\text{Anwendung}} = 0,66 \%$ ist auf eine mittlere Plattenstärke bezogen und liegt unter dem in IPCC-GPG (2000) vorgeschlagenen Wert von 3 %.

Aktivitätsdaten

Alle für die Emissionsberechnung erforderlichen Daten, wie Inlands-Neuverbrauch, Verlustrate bei der Produktion und Außenhandelsaldo für HFKW-134a-haltige Dämmplatten stammen vom europäischen Fachverband (CEFIC bzw. EXIBA).

4.7.2.4 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.2)

Eine systematische Quantifizierung der Unsicherheiten für die Unterquellgruppe Schäume ist erfolgt.

Bei PU-Schaumprodukten werden die Emissionsangaben für die zurück liegenden Jahre als gut bewertet, da die eingesetzten HFKW-Mengen derzeit noch eher klein sind. Allerdings wird in Zukunft aufgrund der erwarteten Produktvielfalt ein guter Marktüberblick schwieriger.

Der XPS-Markt ist in Deutschland wegen weniger Hersteller überschaubar. Da die EF und AR in Zusammenarbeit mit den Herstellern erarbeitet wurden, werden sie als hinreichend genau bewertet.

Die Einsatzmengen der beiden HFKW-152a und 134a (AR) zur Produktion von XPS-Hartschaum werden seit 2001 vom Fachverband recherchiert. Da nur drei Hersteller HFKW für die XPS-Schäumung einsetzen, ist an der Datensicherheit der Aktivitätsdaten wenig zu zweifeln. Dies gilt auch für die Exportquote und die ermittelten HFKW-Herstellungsemissionen beim Einsatz von HFKW-134a.

⁵⁵ CEFIC – The European Chemical Industry Council

⁵⁶ EXIBA – European Extruded Polystyrene Insulation Board Association

Die Fertigungsemissionen bei der Anwendung des HFKW-152a von 100 % stimmen nicht mit den bisherigen IPCC-Schätzungen überein, wurden jedoch vom Fachverband als realistisch präsentiert.

Die durch eine Laborstudie erhaltene Emissionsrate aus dem laufenden Bestand wird angewendet, solange es keine zuverlässigen Messungen an wirklich genutzten Dämmplatten gibt, die in der Aussagekraft noch höher zu bewerten wären als Laborwerte.

4.7.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.F.2)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.7.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.F.2)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.7.3 Feuerlöschmittel (2.F.3)

4.7.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.3)

Die bis 1991 als Feuerlöschmittel erlaubten Halone sind weitgehend durch ökologisch unbedenkliche Stoffe ersetzt worden; vor allem Inertgase wie Stickstoff und Argon in Anlagen zur Befüllung von zu löschenden Innenräumen und Pulver, CO₂ oder Schaum in Handfeuerlöschern.

Als Halonersatz wurde in Deutschland 1998 der HFKW-227ea zugelassen. Danach folgte 2001 der HFKW 236fa, der aber nur im militärischen Bereich eingesetzt wird. Seit 2002 ist auch HFKW-23 zugelassen, wird aber erst seit 2005 eingesetzt. Eine Zulassung von Feuerlöschmitteln ist heute zwar nicht mehr notwendig. Die Liste der eingesetzten Löschmittel hat sich aber trotzdem nicht erweitert, da alle Anwendungsbereiche mit halogenfreien und den genannten HFKW (besonders 227ea und 236fa) abgedeckt werden können.

Die HFKW-Feuerlöschmittel werden importiert und in Deutschland in Anlagen eingefüllt. Außenhandel bereits befüllter Anlagen kommt praktisch nicht vor. Die Zeitreihen beginnen erst nach 1995.

4.7.3.2 Methodische Aspekte (2.F.3)

Der jährliche HFKW-Neuzugang in inländischen Anlagen ist identisch mit der im Inland in Neuanlagen gefüllten Menge (HFKW-Neuverbrauch).

Laut IPCC-GPG (2000, Kapitel 3.7.6) wird für Feuerlöschmittel ein „sales-based top-down“-Ansatz vorgeschlagen, um die Emissionen zu ermitteln. Ein bottom-up Tier-2-Ansatz wird als nicht geeignet eingestuft, weil die benötigten Aktivitätsdaten für viele Länder nicht verfügbar sind. Da in Deutschland die Aktivitätsdaten für den HFKW-227ea und 236fa vorliegen, wird ein bottom-up Ansatz gewählt. Im Gegensatz zum top-down Ansatz der IPCC-GPG (2000) werden Befüllungsemissionen berücksichtigt.

Für den HFKW 23 werden die installierten Mengen mangels Daten vom Umweltbundesamt geschätzt.

Die durchschnittliche Lebensdauer von Feuerlöschanlagen beträgt entsprechend der *IPCC Guidelines 2006* 15 Jahre.

Emissionsfaktoren

Die $EF_{\text{Herstellung}}$ basieren auf Expertenschätzungen.

Der $EF_{\text{Anwendung}}$ steigt für den HFKW-236fa, basierend auf Expertenschätzungen, von 1 % auf 4 % bis zum Jahr 2007, um die größere Wahrscheinlichkeit von Undichtigkeiten älterer Anlagen zu berücksichtigen. Die 4% entsprechen dem IPCC Guidelines 2006. Auch für den HFKW-23 wird der Emissionsfaktor der Anwendung auf 4 % festgesetzt. Für den HFKW-227ea liegen konkrete Installations- und Nachfüllmengen vor, die über den von der Firma geschätzten Marktanteil auf den gesamten deutschen Markt hochgerechnet werden,

Für alle HFKW beträgt der Emissionsfaktor der Entsorgung 100%.

Aktivitätsdaten

Die Emissionsangaben zum HFKW-227ea basieren auf statistischen Erhebungen eines Unternehmens zu Einsatzmengen, Nachfüllmengen, Fehlauslösungen, Auslösungen im Brandfall und Probeflutungen in Deutschland (in Anlehnung an Tier 2). Aufgrund der von der Firma geschätzten Marktanteile wird eine Hochrechnung vorgenommen. Die Angaben zum HFKW-236fa basieren auf freiwilligen Firmenangaben. Die Angaben zum HFKW-23 beruhen auf Schätzungen des UBA.

4.7.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.3)

Eine systematische Quantifizierung der Unsicherheiten für die Unterquellgruppe Feuerlöschmittel ist erfolgt.

4.7.3.4 Quellspezifische Rückrechnungen (2.F.3)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.7.3.5 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.F.3)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.7.4 Aerosole (2.F.4)

In diesen Bereich fallen die Dosieraerosole (Metered Dose Inhalers, MDI), die im medizinischen Bereich angewendet werden, sowie die allgemeinen Aerosole und die sogenannten Novelty-Aerosole.

4.7.4.1 Dosieraerosole (2.F.4.a)

4.7.4.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.4.a)

Dosieraerosole werden im medizinischen Bereich überwiegend zur Behandlung von Asthma eingesetzt. In Deutschland kam das erste HFKW-getriebene Dosieraerosol 1996 mit dem Treibmittel HFKW-134a auf den Markt. Seitdem ist die Anzahl der Präparate kontinuierlich gestiegen. Eine inländische Abfüllung gibt es aber erst seit 2001. Zum Einsatz kommt außer dem HFKW-134a ab 1999 auch der HFKW-227ea.

Die Zeitreihe zeigt einen Anstieg der Emissionen, der in Einklang mit der zunehmenden Verwendung der HFKW als FCKW-Ersatzstoffe steht. Ein großer Sprung ist 2001 zu

verzeichnen. Ab diesem Jahr wurden FCKW für die größte Wirkstoffgruppe, die kurzwirksamen Beta-Mimetika, verboten.

4.7.4.1.2 Methodische Aspekte (2.F.4.a)

In Bezug auf die Aktivitätsdaten entspricht die Methode einem bottom-up Ansatz. Da 98 % des Doseninhalts Treibgas sind, wird der Doseninhalt als reiner HFKW aufgefasst.

Apothekenverkäufe stellen die große Mehrheit dar. Auf weitere 10 Prozent wird der Bedarf in Krankenhäusern geschätzt und 3 Prozent sind „unverkäufliche Muster“ für Ärzte und Pharmareferenten. Diese werden durch einen Zuschlagsfaktor von 13 % auf die Apothekenverkäufe berücksichtigt.

Die Zeitspanne zwischen Apothekenverkauf und Anwendung ist kurz. Bezugsgröße für die Emissionen ist – entgegen IPCC-GPG (2000, Gleichung 3.35) - daher nicht die Summe der halben Käufe (Verkäufe) des vorherigen Jahres und des aktuellen Jahres, sondern die gesamten Käufe/Verkäufe des aktuellen Jahres. Der IPCC-GPG-Ansatz böte sich an, wenn nicht verkaufte, sondern produzierte Dosen als Daten vorlägen, weil zwischen Produktion und Anwendung tatsächlich viel Zeit für Transport- und Lagerung vergeht.

Zu den Anwendungsemissionen werden Herstellungsemissionen addiert. Die Emissionen wären höher, wenn nicht ein Teil mithilfe einer Kältefalle aufgefangen und der Verbrennung zugeführt würde.

Emissionsfaktoren

Der den Herstellungsemissionen zu Grunde liegende $EF_{\text{Herstellung}}$ basiert auf im Betrieb sehr exakt ermittelten Befüllemissionen. Diese betragen etwa 1 %, bezogen auf den Neuverbrauch zur Befüllung. Das entspricht etwa 0,15 g pro 10 ml-Dose.

Es wird in Übereinstimmung mit den IPCC Vorgaben (IPCC-GPG (2000), Seite 3.85) von einer 100 %igen Emission bei der Anwendung ausgegangen ($EF_{\text{Anwendung}} = 1$). Inhalierter HFKW setzen sich in den Atemwegen nicht um, sondern gelangen beim Ausatmen unverändert in die Atmosphäre. Es wird aber eine nur einjährige Lebensdauer der Aerosoldose zugrunde gelegt. Der Emissionsfaktor ist daher als „country-specific“ eingestuft.

Aktivitätsdaten

Die Emissionsdaten bis zum Berichtsjahr 2005 (Produktion) bzw. 2006 (Anwendung) basierten auf Verkaufszahlen (Apothekenverkäufen) von Dosieraerosolen in Deutschland, die über Befragungen der Produzenten erhoben wurden. Dabei wurden die gesamte Stückzahl, die durchschnittliche Füllmenge in ml und das eingesetzte Treibgas zur Aufbereitung herangezogen. Ab dem Berichtsjahr 2006 beruhen die Angaben zur Aktivitätsrate der Produktion bzw. ab dem Jahr 2007 auch die zur Aktivitätsrate der Anwendung auf Expertenschätzungen. Die Ergebnisse der jährlichen Erhebung bestimmter klimawirksamer Stoffe des *Statistischen Bundesamtes* liegen im Bereich Dosieraerosole nicht rechtzeitig für das laufende Berichtsjahr vor, es wird jedoch, wenn erforderlich, rückwirkend ein Datenabgleich vorgenommen.

4.7.4.2 Sonstige Aerosole (2.F.4.b)

4.7.4.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.4.b)

In Deutschland werden sechs Arten allgemeiner Aerosole (ohne medizinische Sprays und Novelties) mit HFKW verkauft:

- Druckluftsprays,
- Kältesprays,
- Abflussreiniger-Sprays,
- Schmiermittelsprays,
- Insektizide und
- Abwehrsprays.

Die Produktion und Anwendung von allgemeinen Aerosolen mit HFKW-134a begann im Jahr 1992, mit HFKW-152a im Jahr 1995. Die inländische HFKW-Abfüllmenge ist von 1995 bis 2005 konstant, seit 2006 sinkt sie leicht ab.

Zu den sonstigen Aerosolen zählen auch die so genannten Novelty-Aerosole (künstlicher Schnee, Luftschlangensprays u.a.), die aber nicht in Deutschland hergestellt werden. Die Anwendung von Novelties mit HFC-134a beginnt im Jahr 1995, die mit HFC-152a im Jahr 2000. Seit 2003 sinken die Emissionen stark ab. Grund dafür ist das ab dem 4. Juli 2009 in der EU geltende Verbot für das Inverkehrbringen von neuartigen Aerosolen, die mit teilfluorierten Kohlenwasserstoffen befüllt sind, das zu einem vorzeitigen Umstellen der Produktion auf andere Treibgase führte.

4.7.4.2.2 Methodische Aspekte (2.F.4.b)

Importe und Exporte halten sich die Waage, so dass der Inlandsmarkt mit dem Verbrauch für die inländische Abfüllung gleichgesetzt werden kann. Der inländische Verbrauch richtet sich nach im Inland abgefüllten Dosen, unabhängig davon, wo diese angewendet werden.

Emissionsfaktoren

Es wird analog den IPCC Vorgaben (IPCC-GPG (2000), Seite 3.85) sachgerecht von einer 100 %-igen Emission bei der Anwendung ausgegangen ($EF_{\text{Anwendung}} = 1$). Wie in IPCC-GPG (2000) vorgeschlagen, wird von der in Deutschland abgesetzten Anzahl von Dosen angenommen, dass eine Hälfte noch im gleichen und die andere Hälfte im folgenden Jahr verbraucht wird. Der Emissionsfaktor ist daher als „Default“ eingestuft.

Der den Herstellungsemissionen zu Grunde liegende $EF_{\text{Herstellung}} = 1,5 \%$ von allgemeinen Aerosolen basiert auf Expertenschätzungen.

Aktivitätsdaten

Die Daten vor 1995 basieren auf Expertenschätzungen. Entsprechend einem bottom-up-Ansatz stammen sämtliche Mengendaten ab 1995 direkt von Produzenten, Abfüllern und Betreibern, bzw. der Branchenvereinigung. Für allgemeine Aerosole kommen noch Befüllungsemissionen (= Herstellungsemissionen) hinzu. Grundlage für eine Schätzung ist EU-weites Datenmaterial.

4.7.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.4 alle)

Eine systematische Quantifizierung der Unsicherheiten für die Unterquellgruppe Aerosole ist erfolgt.

Bei Dosieraerosolen kann der Zuschlagsfaktor für Krankenhäuser und Ärztemuster um 3 % nach oben oder unten von den 13 % abweichen.

Gegenüber den Emissionsangaben zu Dosieraerosolen werden die Angaben für die sonstigen Aerosole als nicht so gut bewertet, da aufgrund der Vielzahl von Produkten der Marktüberblick begrenzt ist. Auch sind hohe Importmengen, vor allem bei den „Novelties“ problematisch. Die Unsicherheiten sind daher deutlich höher (über 20 %).

Da der Umstieg von FCKW auf chlorfreie Treibgase bereits Anfang der 90er Jahre vollendet war, ist die Zeitreihe von 1995 bis 2005 weitgehend unverändert, seit 2006 sind leichte Emissionsrückgänge zu verzeichnen.

4.7.4.3.1 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.4 alle)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.7.4.3.2 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.4 alle)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.7.5 Lösemittel (2.F.5)**4.7.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.5)**

Der Einsatz von HFKW als Lösemittel war in Deutschland bis zum Jahr 2001 verboten (2. BImSchV) und ist auch heute noch stark eingeschränkt. Jede Anwendung muss einzeln beantragt werden, wobei eine Bewilligung nur im Sonderfall erteilt wird.

4.7.5.2 Methodische Aspekte (2.F.5)

Die Emissionsberechnung erfolgt nach Tier 2 der IPCC-GPG 2000 (Gleichung 3.36).

Emissionsfaktoren

Bei der Verwendung geht man von einer vollständigen Emission innerhalb von 2 Jahren aus.

Aktivitätsdaten

Die Emissionsangaben basieren auf Verkaufsdaten des autorisierten Händlers und betreffen ausschließlich HFKW-4310mee. Da die Daten vertraulich sind, werden sie unter CRF 2.G berichtet.

4.7.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.5)

Die Unsicherheiten für die Unterquellgruppe *Lösemittel* wurden vollständig erfasst.

4.7.5.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.5)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.7.5.5 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.5)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.7.6 Andere Anwendungen, die ODS Ersatzstoffe verwenden (2.F.6)

Deutschland berichtet keine Emissionen in dieser Quellkategorie

4.7.7 Halbleiterproduktion (2.F.7)**4.7.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.7)**

In der Halbleiterindustrie emittieren gegenwärtig FKW (CF_4 , C_2F_6 , C_3F_8 , $\text{c-C}_4\text{F}_8$), HFKW (CHF_3), Stickstofftrifluorid (NF_3) und SF_6 aus dem Fertigungsprozess. Diese Gase werden zum Strukturätzen dünner Schichten und zum Reinigen der Reaktionskammern nach dem CVD-Prozess (Chemical Vapour Deposition) eingesetzt. Einige der in die Plasmakammern eingebrachten FKW werden im Produktionsprozess teilweise zu CF_4 umgewandelt.

Die Emissionen aus der Halbleiterindustrie hängen zum einen von der Häufigkeit des Einsatzes von Abgasreinigungstechniken ab. Zum anderen hat die jährlich produzierte Menge an Halbleitern direkten Einfluss auf die Emissionen. Daraus resultieren relativ starke jährliche Schwankungen in den Emissionen.

4.7.7.2 Methodische Aspekte (2.F.7)

Die Emissionen können nicht allein anhand der eingesetzten Mengen (Verkäufe des Gasehandels) ermittelt werden, weil die Differenz zwischen Verbrauch und Emission von verschiedenen Faktoren abhängig ist, nämlich der nur partiellen chemischen Umsetzung im Plasmareaktor und der Wirkung nachgeschalteter Abgasreinigungsanlagen.

Emissionsfaktoren

Während des Ätzprozesses setzen sich nur etwa 15 % des zugeführten CF_4 chemisch um. Der Emissionsfaktor als inverse Umsetzungsrate beträgt also 85 % des CF_4 -Verbrauchs.

Aktivitätsdaten

Gesicherte Emissionsdaten liegen für 1990 und 1995 vor. Für die Jahre 1991 bis 1994 wurde eine lineare Interpolation durchgeführt.

Bis zum Berichtsjahr 2000 basierten die Emissionsangaben auf Befragungen durch EECA-ESIA (European Electronic Component Manufacturers Association – European Semiconductor Industry Association). Die nationalen Hersteller wurden zu Produktionskapazitäten, eingesetzten Stoffmengen und Abgasbehandlungstechniken befragt.

Seit dem Jahr 2001 liegen aufgrund einer freiwilligen Zusage der Halbleiterindustrie Emissionsangaben für diese Teilgruppe für alle Einzelstoffe vor. Die Emissionsdaten werden nach einer einheitlichen Berechnungsformel (Tier 2c-Ansatz) aus dem jährlichen Verbrauch für jede Produktionsstätte berechnet, aggregiert und vom Zentralverband Elektrotechnik- und Elektroindustrie e.V. (ZVEI, Bauelemente) an das Umweltbundesamt gemeldet.

4.7.7.3 Quellspezifische Rückrechnungen (2.F.7)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.7.7.4 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.F.7)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.7.8 Elektrische Betriebsmittel (2.F.8)

Diese Quellgruppe umfasst hauptsächlich die Anwendungen der elektrischen Betriebsmittel (2.F.7.a), die sich in Hochspannungs (HS)- und Mittelspannungs (MS)- sowie sonstigen elektrischen Betriebsmitteln unterteilen. Unter 2.F.7.b wird der Anwendungsbereich der Teilchenbeschleuniger berichtet.

4.7.8.1 Anwendung elektrischer Betriebsmittel (2.F.8.a)

4.7.8.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.a)

In der elektrischen Energieübertragung und -verteilung findet SF₆ als Lösch- und auch als Isoliermittel anstelle von Luft vor allem in Schaltanlagen und Schaltgeräten der Hochspannung (52-380 kV) und zunehmend auch in der Mittelspannung (10-52 kV) Verwendung. Außerdem wird es noch bei der Herstellung von Komponenten eingesetzt, die entweder in gasisolierten Innenraum-Schaltanlagen eingebaut werden (Wandler, Durchführungen) oder direkt zu Betreibern gelangen (HS-Freiluftwandler).

Durch die erstmalige Erfassung weiterer SF₆-Anwendungen im Berichtsjahr 2002 kam es in der Zeitreihe im Jahr 2002 zu einem sprunghaften Anstieg der Emissionen. Im Berichtsjahr 2005 wurden neue Unternehmen in die Berichtserstattung aufgenommen, insbesondere in der neuen Kategorie „Sonstige elektrische Betriebsmittel“. Konjunkturrell bedingt wurden 2005 und 2006 mehr Anlagen verkauft. Dennoch fallen insgesamt die absoluten Emissionen aufgrund deutlicher Reduzierungen im Bereich der „anderen“ Betriebsmittel und durch erneut geringere Emissionsraten bei den Schaltanlagen. Die Industrie, vertreten durch die Hersteller- und Betreiberverbände sowie dem SF₆ Produzenten, hat sich 1996 zur Emissionsminimierung in allen Lebenszyklen von Schaltanlagen sowie zu einer jährlichen Berichterstattung verpflichtet. Im Jahre 2005 wurde diese Selbstverpflichtung in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt und dem Umweltministerium auf weitere Anwendungen im Bereich der Energieübertragung und -verteilung über 1 kV ausgedehnt und um konkrete Reduktionsziele ergänzt. Die freiwillige Berichterstattung wurde entsprechend ergänzt und verfeinert. In den nachfolgenden Jahren wurde seitens der Hersteller und des Gasproduzenten weiter in Minderungsmaßnahmen investiert, bei Durchführungen konnten in Teilbereichen SF₆ Schäume substituiert werden. Dadurch konnten, bei weiter steigender Produktion, die spezifischen Emissionsraten und auch die absoluten Emissionen weiter gesenkt werden.

4.7.8.1.2 Methodische Aspekte (2.F.8.a)

Die Emissionsangaben basieren im Wesentlichen auf einer Massenbilanz, zunehmend kombiniert mit Emissionsfaktoren für Teilbereiche, in denen Massenbilanzierung an messtechnische Grenzen stößt bzw. mit einem unangemessenen Aufwand verbunden wäre.

Die angewendete Methodik basiert auf den neuen „2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories; Volume 3“, Kapitel 8. Näheres siehe „Tier 3, Hybrid Life-Cycle Approach“ (Hybride Methode nach Lebenszyklen) im Unterkapitel 8.2.

Anwendungsemissionen

Laufende Bestandsemissionen beziehen sich auf den seit 1970 durch jährliche Zugänge in Schaltanlagen akkumulierten SF₆-Bestand, der im Mittel des Jahres n besteht.

Der SF₆-Endbestand in der Gesamtheit der elektrischen Betriebsmittel eines bestimmten Jahres n verändert sich jährlich um den Saldo aus Zugang und Abgang. Vereinzelte Abgänge (Hochspannung) werden seit 1997 registriert; ein verstärktes Ausscheiden von Hochspannungsschaltanlagen und -geräten der ersten Generation ist bei einer auf mindestens 40 Jahre geschätzten Lebensdauer erst nach 2015 zu erwarten.

Drei Besonderheiten sind bei der Berichterstattung zu Schaltanlagen zu beachten:

- Die Berechnung des Endbestandes für jedes Jahr n basiert zwar jeweils auf dem Endbestand des Vorjahres (n-1), jedoch nicht bis zum allerersten Einsatzjahr. Dieses sonst übliche Verfahren entfällt bei Schaltanlagen, weil die Betreiber/Hersteller den SF₆-Bestand für 1995 abgeschätzt haben, und zwar getrennt für Hoch- und Mittelspannung (770 t bzw. 157,6 t).
- Bestands- und Emissionsermittlung erfolgen in der Hochspannung durch regelmäßige Direkterhebungen bei den ca. 100 Betreibern. Diese werden unmittelbar nach ihrem aktuellen Bestand an SF₆ in Betriebsmitteln (GIS, Leistungsschalter, Freiluftwandler) befragt. Auf diese Bestandsdaten werden Emissionsfaktoren angewendet, die anhand von Referenzanlagen bestimmt worden sind.
- Mittelspannungs-Schaltanlagen haben sehr zahlreiche und zugleich sehr heterogene Betreiber. Direktbefragungen scheiden daher aus. Die Hersteller der Mittelspannungsanlagen haben es selbst übernommen, auf Basis ihrer Verkaufsdaten den inländischen Bestand fortzuschreiben. Die Emissionsermittlung ist dadurch möglich, dass die Anlagen praktisch wartungsfrei sind und per Definition (IEC 62271-1) während der gesamten Lebensdauer keine Nachfüllung benötigen. Die Emissionen sind minimal (meist nur infolge äußerer Einwirkungen) und können durch einen pauschalen Emissionsfaktor (Expertenbefragung) abgedeckt werden: Die Emissionsrate wird seit 1998 mit konstanten 0,1 % angesetzt, da seit Mitte der 90er Jahre praktisch nur noch Anlagen zum inländischen Bestand gelangen, die als "sealed for life" (hermetisch abgeschlossene Drucksysteme nach IEC) gelten. In der Selbstverpflichtung 2005 haben sich zudem die Betreiber verpflichtet, nur noch solche Anlagen einzusetzen. Wenige ältere Anlagen mit Emissionsraten höher als 0,1 % verlieren dadurch an Gewicht. Die Berechnung des Bestandes basiert auf dem Bestand des Vorjahres zuzüglich Neulieferungen und abzüglich Außerbetriebnahmen.

Entsorgungsemissionen

Wegen der langen Lebensdauer von Schaltanlagen (40 Jahre) und dem Ersteinsatz von SF₆ Ende der 60er Jahre kam es bis 2004 nur zu geringen Entsorgungsemissionen. Aus Altanlagen (Hoch- und Mittelspannung) zur Entsorgung anstehende SF₆-Mengen (AR) wurden daher bis 2004 nur grob geschätzt (auf konstante 3 t/a). Ab dem Berichtsjahr 2005 wurden die Entsorgungsmengen von den Verbänden aus dem Anlagenrückbau erstmals

präzise ermittelt. Dies gilt auch für die Emissionen aus der Entsorgung, die vor 2005 mit 0,06 t abgeschätzt wurden.

Aktivitätsdaten

Im Rahmen der Selbstverpflichtung wird der Jahresverbrauch der Hersteller aller Betriebsmittel sowie der Bestand von Mittelspannungsschaltanlagen vom Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. (ZVEI), der Bestand von Hochspannungsschaltanlagen, Freiluftwandlern, gasisolierten Leitungen und Transformatoren vom Forum Netztechnik/Netzbetrieb (FNN) im Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (VDE) und seit 2004 vom Verband der industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V. (VIK) dem Umweltbundesamt übermittelt. Die Außerbetriebnahmemengen ermitteln die Teilnehmer der Selbstverpflichtung gemeinsam.

In Tabelle 142 sind die Inventardaten für das aktuelle Jahr in Unterquellgruppen aufgeführt und erläutert. Die Summe der elektrischen Betriebsmittel der Energieübertragung und -verteilung deckt sich mit den Daten in Tabelle 2 (II)F, Blatt 2, Quellgruppe 2.F.8 im CRF.

Tabelle 142: Inventardaten 2011 der Quellgruppe 2.F.7 mit Unterquellgruppen

Quellgruppe 2.F.7 - Elektrische Betriebsmittel der Energieübertragung und -verteilung mit Unterquellgruppen - Inventar 2009	Aktivitätsdaten			Emissionen	
	Jahresverbrauch Herstellung	Bestand	Außer Betrieb genommen (Tonnen SF ₆)	Herstellung	Betrieb
Elektrische Betriebsmittel der Energieübertragung und -verteilung 2.F.8 (Summe), darin:	889,4	2134	8,1	12,4	6,8
MS Schaltanlagen und -geräte (in hermetisch abgeschlossenen Drucksystemen)*	170,4	197,1	0,72	0,6	0,9
HS Schaltanlagen und -geräte (in geschlossenen Drucksystemen)**	632,7	921,6	7,3	3,5	5,3
Sonstige Elektrische Betriebsmittel***	86,4	197,1	IE	8,3	0,5

IE=in "HS Schaltanlagen..." enthalten; marginal

Erläuterungen

- * hermetisch abgeschlossene Drucksysteme nach IEC 62271-1 über 1kV bis einschließlich 52 kV; auch „Sealed for life“ genannt
- ** Geschlossene Drucksysteme nach IEC 62271-1 über 52 kV
- *** Gasisolierte Transformatoren: marginaler Restbestand im Netz; (keine Herstellungsemissionen) + Hochspannungs-Freiluftmesswandler (alle Emissionskategorien) + Gasisolierte Leitungen-GIL- (alle Emissionskategorien) + Hochspannungsdurchführungen (nur Herstellungsemissionen) + Mittelspannungs-Gießharzmesswandler (nur Herstellungsemissionen) + Prüfung von Mittelspannungskomponenten (nur Herstelleremissionen) + Kondensatoren 1000V (nur Herstellungsemissionen)

4.7.8.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.8.a)

Da es nur ca. zehn verschiedene Hersteller der Betriebsmittel (einschließlich Durchführungen und Wandler) gibt, sind die Verbrauchsdaten, die Angaben zu Neulieferungen und Außerbetriebnahmen sehr sicher, zumal eine interne Buchführung dahintersteht und die Füllmengen mit hoher Präzision ermittelt und auf den Typenschildern dokumentiert werden. Die Ungenauigkeit liegt hier im Bereich von $\pm 5\%$

Bei den Emissionen ist die Erfassung schwieriger, da in den Betrieben mehrere Emissionsquellen vorhanden sind, die für sich genommen mitunter recht klein sind. Gasverluste entstehen beim Befüllen von Geräten, beim Testen, beim Öffnen von

Ausschuss, in der Entwicklungsabteilung usw. Allerdings gehen mittlerweile alle inländischen Werke nach einem einheitlichen Fragebogen vor, der sämtliche möglichen Emissionsquellen nennt und der im Rahmen der Erhebung auf seine Richtigkeit geprüft wird. Aus diesem Grund und der geringen Anzahl an Herstellern (s.o.) hängt die Exaktheit der Erhebung letztlich von der Messgenauigkeit ab. Diese bewegt sich im Bereich von $\pm 10\%$ der Abschätzungen.

Die Emissionen aus dem Betrieb in der Hochspannung werden von ausgewählten Betreibern mit Referenzanlagen über die jährlichen Nachfüllungen ermittelt (Nachfüllungen erfolgen bei Unterschreitung von 90 % des Soll-Füllstandes, was in der Regel vom Gerät selbst angezeigt wird). Diese Methode ist als sehr sicher zu bewerten, d.h. die Abweichungen vom wahren Wert betragen etwa $\pm 5\%$. Alle bisherigen Erhebungen führten zu nahe beieinander liegenden Größenordnungen für die Emissionsraten, die zwischen 0,55 und 0,88 % betrugen. Die einmalige Spitze bei der Emissionsrate von Hochspannungs- Schaltanlagen in 2004 erklärt sich aus Sonderereignissen; im Wesentlichen dem zeitgleichen Nachfüllen von alten, weniger dichten Anlagen älterer Bauart.

Beim HS-Bestand und damit auch bei den Emissionen, die sich beide seit 1995 grundsätzlich erhöhen, gibt es im Jahr 2000 einen Rückgang gegenüber dem Vorjahr um über 25 t beim Bestand (und 0,85 t bei den Emissionen). Dieser Rückgang, der auf HS-GIS (600 zu 567 t) zurückgeht, ist nicht durch Abgänge durch Außerbetriebnahme zu erklären, da diese noch keine nennenswerte Rolle spielen. Dem Verband der Netzbetreiber (VDN) zufolge, der die Erhebungen damals durchführte, steckt dahinter sowohl ein statistisches als auch organisatorisches Problem. Ende der 90er Jahre fanden im Zuge der Liberalisierung des Strommarktes bei den Betreibern tiefgehende Umgruppierungen (durch Fusionen und Eigentumswechsel von Unternehmensteilen) statt, so dass die personellen Zuständigkeiten für den Betriebsmittelbestand immer wieder wechselten. So sind Doppelzählungen im Jahr 1999 nicht auszuschließen, ebenso wie nicht erfasste Betriebsmittel im Jahr 2000. Aufgrund der Erfahrungen der letzten Jahre kann aber heute von einer Ungenauigkeit in der Größenordnung von $\pm 5\%$ beim HS-Bestand ausgegangen werden.

Die Emissionsrate 0,1 % in der Mittelspannung ist für hermetisch abgeschlossene Drucksysteme nach IEC üblich.

4.7.8.1.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.8.a)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.7.8.1.5 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.8.a)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.7.8.2 Anwendung in Teilchenbeschleunigern (2.F.8.b)

4.7.8.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.b)

SF₆ wird bei Teilchenbeschleunigern als Isolatorgas eingesetzt. Hochspannungsgeräte (0,3 bis über 23 MV) werden an Hochschulinstituten, Forschungsgemeinschaften und in der Industrie eingesetzt. In der Industrie kommen außerdem Niedrig-Energie-Geräte mit weniger als 0,3 MV zum Einsatz. Eine weitere Kategorie stellen Strahlentherapie-Geräte in medizinischen Einrichtungen dar.

4.7.8.2.2 Methodische Aspekte (2.F.8.b)

Anfang 2004 führte Öko-Recherche für das Umweltbundesamt eine Totalerhebung zu inländischen Teilchenbeschleunigern durch, um die teilweise bis auf 1996 zurückreichenden Daten zu aktualisieren. Dabei wurden sowohl Anwender als auch Hersteller befragt. Inhalt der Fragen waren sowohl die SF₆-Mengen in ihren Geräten als auch die SF₆-Nachfüllungen während der letzten sieben Jahre.

Das ZSE übernimmt die Gliederung dieser Erhebung und enthält für alle fünf Kategorien den jährlichen SF₆-Bestand und den jährlichen Ersatz für Emissionen. Letztere schließen außer den laufenden auch die - geringfügigen – Befüll- und Entsorgungsverluste ein.

Für das Berichtsjahr 2011 wurde nochmals eine Totalerhebung durchgeführt. Erstmals wurden Daten für Elektronenmikroskope gesammelt.

4.7.8.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.8.b)

Eine systematische Quantifizierung der Unsicherheiten für die Quellgruppe ist erfolgt.

4.7.8.2.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.8.b)

Folgende Rückrechnungen wurden durchgeführt:

	Einheit	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
AR Anwendung									
Submission 2012	t	65,152	69,685	71,268	72,751	72,080	73,663	73,567	73,900
Submission 2013	t	65,632	70,085	71,588	72,991	72,240	73,743	73,567	73,809
Differenz	t	0,480	0,400	0,320	0,240	0,160	0,080	0,000	-0,091
EM Anwendung									
Submission 2012	t								
Submission 2013	t								
Differenz	t								
	Einheit	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
AR Anwendung									
Submission 2012	t	74,142	74,305	74,308	74,312	74,315	74,319	74,322	74,326
Submission 2013	t	73,801	73,769	73,736	73,704	73,672	73,640	73,607	73,727
Differenz	t	-0,341	-0,536	-0,572	-0,608	-0,643	-0,679	-0,715	-0,599
EM Anwendung									
Submission 2012	t	4,891	4,897	4,905	4,913	4,920	4,928	4,936	4,943
Submission 2013	t	4,879	4,892	4,906	4,920	4,934	4,947	4,961	4,131
Differenz	t	-0,012	-0,004	0,001	0,007	0,013	0,019	0,025	-0,812

4.7.8.2.5 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.8.b)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.7.9 Sonstige (2.F.9)

Diese Quellgruppe umfasst die Anwendungen *Isolierglasfenster* (2.F.9.a), *Autoreifen* (2.F.9.b), *Sportschuhe* (2.F.9.c), *Spurengas* (2.F.9.d), *AWACS-Wartung* (2.F.9.e), *Schweißen* (2.F.9.f), *Optische Glasfasern* (2.F.9.g) und *Photovoltaik* (2.F.9.h).

4.7.9.1 Isolierglasfenster (2.F.9.a)**4.7.9.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.a)**

SF₆ wird seit 1975 zur Erhöhung der Schalldämmung bei Mehrscheiben-Isolierglas in den Scheibenzwischenraum gefüllt. Nachteilig bei der Anwendung sind die schlechtere Wärmedämmleistung und das hohe Treibhauspotenzial von SF₆. Die Verschiebung der

Priorität in Richtung Wärmeschutz, z. B. durch die Wärmeschutzverordnung und ein Bedeutungszuwachs SF₆-freier Scheibentechnologien hat dazu geführt, dass der Einsatz von SF₆ in dieser Anwendung seit Mitte der 90er Jahre zurückgeht.

Schallschutzscheiben wurden in Deutschland in zahlreichen Betrieben hergestellt und mit Gas befüllt. Der Export fertiger Scheiben spielt keine nennenswerte Rolle.

Seit dem 4. Juli 2007 gilt in der EU ein Verbot für das Inverkehrbringen von Fenstern für Wohnhäuser, die mit fluorierten Treibhausgasen befüllt wurden. Ab dem 4. Juli 2008 gilt dieses Verbot auch für sonstige Fenster. Heutige und künftige Emissionen dieser Quellgruppe stammen daher vorwiegend aus der offenen Entsorgung alter Fensterscheiben, die im Mittel 25 Jahre nach der Befüllung angenommen wird. Aus diesem Grund werden die Gesamtemissionen bis zum Jahr 2020 weiter zunehmen.

4.7.9.1.2 Methodische Aspekte (2.F.9.a)

Emissionen treten bei der Befüllung der Scheibenzwischenräume durch Überfüllung, (Herstellungsemissionen), während des Gebrauchs (Anwendungsemissionen) und bei der Entsorgung (Entsorgungsemissionen) auf. Die Emissionen werden analog den Gleichungen 3.24 – 3.26 der IPCC-GPG (2000) mittels des Inlandsneuverbrauchs, des mittleren Jahresbestands und des Restbestands vor 25 Jahren berechnet.

Die Zeitreihen für Schallschutzfenster beginnen im Jahr 1975, da für die Bestandsemissionen des Jahres 1995 die Befüllungsmengen des Jahres 1975 von Bedeutung sind. Diese mit Branchenexperten 1996 rekonstruierten Daten wurden erstmals im Jahr 2004 veröffentlicht.

Emissionsfaktoren

Vom SF₆-Verbrauch entweicht laut Expertenangaben von Scheiben- und Gasfüllgeräteherstellern, Branchenexperten und eines wissenschaftlichen Instituts bei der Befüllung des Scheibenzwischenraums ein Drittel. EF_{Herstellung} ist daher 33 % bezogen auf den Jahres-Neuverbrauch.

Dieser Emissionsfaktor kommt folgendermaßen zustande: Sowohl bei Handgeräten als auch bei automatischen Gasfüllpressen sind Verwirbelungen im Innenraum unvermeidlich, so dass nicht nur Restluft, sondern auch ein Luft-SF₆-Gemisch austritt, und zwar umso mehr davon, je weiter fortgeschritten der Befüllungsvorgang ist. Der Gasverlust, die sog. Überfüllung, reicht von 20 bis 60 % der Einfüllmenge. Relativ ist er umso größer, je kleiner die Scheibe ist. Im Durchschnitt, d.h. über das gesamte Spektrum der befüllten Scheibenformate, beträgt die Überfüllung 50 % auf die tatsächlich im Scheibenzwischenraum verbleibende Menge. Das entspricht einem Drittel (33 %) der jeweiligen Verbrauchsmenge. Der Emissionsfaktor wird unverändert weiterbenutzt, da sich die Befüllungstechnik oder auch das geometrische Spektrum der Scheiben nicht verändert hat.

Eine DIN-Norm (DIN EN 1279-3, DIN 2003) schreibt 10 Promille jährlichen Verlust der Gasfüllung durch die Randabdichtung der Scheibe als Obergrenze vor. Dieser Wert bezieht auch Gasverlust infolge von Glasbruch bei Transport, Einbau und Nutzung sowie der mit dem Alter zunehmenden Undichtheit des Randverbunds mit ein. Daraus resultiert ein Emissionsfaktor EF_{Anwendung} von 1 % bezogen auf den seit 1975 akkumulierten SF₆-Bestand, der im Durchschnitt des Jahres n besteht.

Entsorgungsverluste fallen am Ende der Nutzungsphase der Scheiben an, durchschnittlich 25 Jahre nach der Befüllung. Darum sind erst ab dem Jahr 2000 Abgänge durch Entsorgung bei den Emissionen zu berücksichtigen.

Da die Scheiben in jedem Jahr 1 % Gas vom Vorjahreswert verlieren, wird bei der Entsorgung nur ein Teil der ursprünglichen Füllung emittiert. Da aber keine Rückgewinnung stattfindet, erfolgt eine 100%ige Emission ($EF_{\text{Entsorgung}} = 1$).

Aktivitätsdaten

Der Jahres-Neuverbrauch wurde mittels top-down-Erhebung gewonnen (Inlandsabsatz des Gasehandels).

4.7.9.2 Autoreifen (2.F.9.b)

4.7.9.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.b)

Autoreifen wurden aus Imagegründen (die verbesserte Druckkonstanz ist nicht praxisrelevant) ab 1984 mit SF_6 befüllt. Der größte Verbrauch lag im Jahr 1995. Hier bestand bei über 500 der rund 3500 Verkaufsstellen des deutschen Reifenfachhandels die Möglichkeit, die Reifen mit SF_6 -Gas zu befüllen. Wegen des großen Treibhauspotenzials von SF_6 stiegen viele Reifenhändler auf Stickstoff als Befüllungsalternative um, was zu einem deutlichen Rückgang geführt hat. Seit dem 4. Juli 2007 gilt in der EU ein Verbot für das Inverkehrbringen von neuen Autoreifen, die mit fluorierten Treibhausgasen befüllt wurden. Heutige Emissionen stammen zum überwiegenden Teil aus alten Reifenbefüllungen.

4.7.9.2.2 Methodische Aspekte (2.F.9.b)

Gasemissionen während der Reifenlaufzeit werden zur Vereinfachung nicht berücksichtigt, so dass nur Emissionen bei der Reifendemontage auftreten. Bei einer kalkulierten Laufzeit von ca. 3 Jahren folgen die Emissionen dem inländischen Verbrauch zur Befüllung, da es keinen Außenhandel mit befüllten Reifen gibt, dreijährig Zeit versetzt (ÖKO-RECHERCHE, 1996). Zur Berechnung der Emissionen wird die Gleichung 3.23 der IPCC-GPG (2000) angewendet.

Emissionsfaktoren

Die sehr geringen Verluste bei der Reifenbefüllung werden nicht berücksichtigt. Da SF_6 bei der Reifendemontage vollständig entweicht, gilt $EF_{\text{Entsorgung}} = 1$.

Aktivitätsdaten

Die jährlichen Verbrauchsmengen werden durch Abfragen der Inlandsabsätze der Gaslieferanten an Reifenhändler und Kfz-Werkstätten durch das Statistische Bundesamt ermittelt.

4.7.9.3 Sportschuhe (2.F.9.c)

4.7.9.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.c)

Der Einsatz von SF_6 erfolgte in den Sohlen von Sportschuhen zur Verbesserung der Dämpfung; das letzte Mal europaweit im Jahr 2003. Ab 2004 wurde FKW-218 (C_3F_8) eingesetzt, letztmals im Jahr 2006. Heute wird größtenteils Stickstoff verwendet. Das

Inverkehrbringen von mit fluorierten Treibhausgasen hergestellter Fußbekleidung in die EU ist seit dem 4. Juli 2006 verboten. Heutige Emissionen stammen nur aus der Entsorgung von Sportschuhen.

4.7.9.3.2 Methodische Aspekte (2.F.9.c)

Die Berechnung der Emissionen erfolgt über Gleichung 3.23 der IPCC-GPG (2000).

Fertigungsemissionen fallen nur im Ausland an, laufende Emissionen werden nicht ermittelt.

Wegen der Vertraulichkeitszusage werden die Daten zu Sportschuhsohlen unter CRF 2.G berichtet.

Emissionsfaktoren

Emissionen bei der Produktion werden von den Herstellern nicht berichtet.

Während der Anwendung wird keine Emission angenommen.

Bei der Entsorgung können die Emissionen den eingesetzten Mengen gleichgesetzt werden ($EF_{\text{Entsorgung}} = 1$), wobei analog zur IPCC-Methode bei Autoreifen eine Zeitverzögerung von drei Jahren angenommen wird.

Aktivitätsdaten

Die Füllmengen beruhen auf europaweiten Verkaufszahlen der Hersteller. Diese Angaben werden auf Deutschland über die Bevölkerungszahl als Kriterium heruntergerechnet. Die Daten liegen dem Umweltbundesamt seit dem Berichtsjahr 2001 vor, werden aber aus Gründen der Vertraulichkeit nur in aggregierter Form veröffentlicht.

4.7.9.4 Spurengas (2.F.9.d)

4.7.9.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.d)

Als stabiles und auch in extrem geringer Konzentration gut nachweisbares Spurengas wird SF₆ von Forschungseinrichtungen für die Untersuchung bodennaher und atmosphärischer Luftströmungen und Gasausbreitungen sowie von Wasserströmungen eingesetzt.

Ab dem Berichtsjahr 2007 ist SF₆ als Spurengas gegenüber den Vorjahren deutlich weniger eingesetzt worden.

4.7.9.4.2 Methodische Aspekte (2.F.9.d)

Im Unterschied zur Gleichung 3.22 in den IPCC GPG (2000) werden die verwendeten Mengen anhand von Expertenschätzungen ermittelt und nicht über Verkaufsmengen des Gasehandels. Der Neuverbrauch für diese offene Anwendung wird in der CRF-Tabelle 2(II).Fs2 unter „amount of fluid filled in new manufactured products“ eingetragen, weil dies sich begrifflich mit der technischen Einsatzweise deckt.

Emissionsfaktoren

Es wird von einer offenen Anwendung ausgegangen, d.h. der jährliche Neueinsatz emittiert vollständig im selben Jahr und wird als Verbrauch zur Fertigung ($EF_{\text{Herstellung}} = 1$) betrachtet. Eine Rückgewinnung erfolgt nicht.

Aktivitätsdaten

Die Einschätzung des inländischen Gesamteinsatzes erfolgte 1996 durch die Experten aller Forschungseinrichtungen und dann jeweils im Abstand von 3 Jahren durch einen Experten. Die Einschätzungen zeigten nur geringe Variationen der Einsatzmengen.

4.7.9.5 AWACS Wartung (2.F.9.e)**4.7.9.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.e)**

SF₆ wird in den großen militärischen Aufklärungsflugzeugen vom Typ Boing E-3A (ehemals AWACS) als Isolationsmedium für das Radar eingesetzt. Es soll elektrische Überschlüge in den Hohlleitern zur Antenne verhindern, in denen hohe Spannungen von über 135 kV herrschen. Die laufenden Emissionen sind relativ hoch, da bei Aufstieg des Flugzeugs SF₆ zum Druckausgleich abgelassen wird.

4.7.9.5.2 Methodische Aspekte (2.F.9.e)**Aktivitätsdaten**

Die Emissionsangaben basieren auf Angaben zu Einkaufsmengen zur Befüllung und Nachfüllung der NAEWF-Flotte der NATO, die mit Angaben des Gasehandels abgeglichen werden. Die Emissionsangaben für die Berichtsjahre bis 2001 basieren auf Schätzungen, die als Grundlage eine Erhebung im Jahr 1996 haben. Daher sind die Emissionsdaten der Jahre 1997 bis 2001 ungenau. Für das Berichtsjahr 2002 wurden die Verbrauchsmengen neu erhoben, was zu einer signifikanten Erhöhung gegenüber dem Berichtsjahr 2001 führte.

Der SF₆-Jahresbedarf der NAEWF wird von Experten als konstant angesehen.

Daten zur AWACS-Wartung werden unter CRF 2.G berichtet, da diese Daten der Vertraulichkeit unterliegen.

4.7.9.6 Schweißen (2.F.9.f)**4.7.9.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.f)**

Nach Angaben von Gaslieferanten begann die Verwendung von SF₆ beim Schweißen im Jahr 2001. SF₆ wird als Schutzgas beim Schweißen von Metall eingesetzt. Da es nur einen Anwender in Deutschland gibt, unterliegen die Daten der Vertraulichkeit.

4.7.9.6.2 Methodische Aspekte (2.F.9.f)

Wegen der Datenvertraulichkeit werden Verbrauch und Emissionen beim Schweißen unter CRF 2.G berichtet.

Emissionsfaktoren

Es stehen keine verlässlichen Daten über den Zerfall von SF₆ während der Anwendung zur Verfügung. Nach Expertenschätzung emittiert die eingesetzte SF₆-Menge bei der Anwendung vollständig in die Atmosphäre. Daher werden Verbrauch und Emissionen beim Schweißen gleichgesetzt. Für den Emissionsfaktor beim Schweißen gilt $EF_{\text{Anwendung}} = 1$.

Aktivitätsdaten

Die jährlichen Verbrauchsmengen werden durch Abfrage bei der Firma erfragt, die SF₆ zum Schweißen verwendet.

4.7.9.7 Optische Glasfasern (2.F.9.g)**4.7.9.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.g)**

Die Verwendung von SF₆ bei der Herstellung optischer Glasfasern begann im Jahr 2002. SF₆ wird bei der Herstellung optischer Glasfaserkabel zur Fluordotierung eingesetzt. Es gibt in Deutschland zahlreiche Produktionsbetriebe.

4.7.9.7.2 Methodische Aspekte (2.F.9.g)

Emissionen treten bei der Produktion der optischen Glasfaserkabel auf.

Emissionsfaktoren

Die 2006 IPCC Guidelines⁵⁷ enthalten keine Informationen über die Verwendung von SF₆ bei der Produktion optischer Glasfasern. Laut Expertenangaben entweichen 70 % der eingesetzten SF₆-Menge. Daher gilt für den Emissionsfaktor $EF_{\text{Herstellung}} = 0,7$.

Aktivitätsdaten

Die jährlichen Verbrauchsmengen werden durch Abfragen der Inlandsabsätze der Gaslieferanten durch das Statistische Bundesamt erhoben.

4.7.9.8 Photovoltaik (2.F.9.h)**4.7.9.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.h)**

SF₆ und andere Fluorverbindungen werden in Deutschland bei der Herstellung von Wafern zum Strukturätzen und zur Reinigung der Reaktionskammern im Fertigungsprozess eingesetzt. Da die Reinheit des Prozessgases niedriger ist als im analogen Produktionsprozess der Halbleiterindustrie, wird die Anwendung *Photovoltaik* gesondert berichtet. In Deutschland begann die Verwendung von SF₆ in der Solartechnik im Jahr 2002.

Die Zeitreihe zeigt zwischen 2002 und 2006 einen kontinuierlichen Anstieg der Emissionen, der auf steigende Produktionsmengen zurückzuführen ist. 2007 und 2008 ist ein sprunghafter Anstieg zu verzeichnen, da die Zahl der produzierten Wafer und damit auch der Anwendungsmengen von SF₆ stark stiegen. Im Jahr 2009 gab es den gegenteiligen Effekt.

NF₃ ersetzt seit 2008 SF₆ in allen neu gebauten Produktionslinien zur Herstellung von Si-Dünnschichtzellen.

Außerdem wurde der Kohlenwasserstoff CF₄ in den Jahren 2002/2003 zum so genannten Kantenisolieren kristalliner Solarzellen eingeführt. Er wurde aber bald durch ein leichter handhabbares Verfahren ersetzt. Der Verbrauch von CF₄, der seinen Spitzenwert im Jahr 2004 erreichte, geht seitdem stark zurück.

⁵⁷ IPCC GL 2006, Vol. 6, Chapter 6: Electronics Industry

4.7.9.8.2 Methodische Aspekte (2.F.9.h)

Wie auch in der Halbleiterindustrie treten die Emissionen in der Photovoltaik während der Produktion auf. Die Fertigungsemissionen können nicht allein anhand der eingesetzten Mengen (Verkäufe des Gasehandels) ermittelt werden. Die Differenzen zwischen Verbrauch und Emission resultieren aus der partiellen chemischen Umsetzung im Plasmareaktor und der Wirkung nachgeschalteter Abgasreinigungsanlagen.

Emissionsfaktoren

In Deutschland gab es im Jahr 2009 nur noch einen Hersteller ohne Abgasreinigungsanlage. Daher wird der IPCC Emissionsfaktor von 40% nur für das erste Einsatzjahr 2003 angenommen. Danach sinkt der Emissionsfaktor mit steigendem Anteil der Wafer-Produktion mit nachgeschalteter Abgasreinigungsanlage. Im Jahr 2010 lag er bei knapp 6%.

Aktivitätsdaten

Die jährlichen Verbrauchsmengen werden vom Statistischen Bundesamt durch Abfragen der Inlandsabsätze der Gaslieferanten ermittelt. Zusätzlich wurden die Daten in einer gesonderten Studie mit dem Titel: „SF₆ und NF₃ in der deutschen Photovoltaik-Industrie“ (ÖKO-RECHERCHE, 2009: FKZ 360 16 027) nachrecherchiert.

4.7.9.9 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.9 alle)

Bei Isolierglasfenstern erfolgt seit 2006 ein Datenabgleich des Jahres-Neuverbrauchs der top-down-Erhebung auf Basis von kommerziellen Verkaufsdaten mit den vom *Statistischen Bundesamt* jährlich durchgeführten Erhebungen. Dadurch konnte die Datensicherheit erhöht werden und ist als verlässlich und vollständig zu bewerten. Der EF_{Herstellung} kann angesichts der Vielfalt der Einflussfaktoren nicht verbindlich gemessen werden. Die Schätzung der 1996 und 1999 befragten zehn Branchenexperten (aus Kreisen der Scheibenhersteller, Füllgeräteleveranten und eines wissenschaftlichen Instituts) lässt kaum einen anderen Schluss zu, als dass sich der mittlere Befüllungsverlust zwischen 30 % und 40 % bewegt. 1 % laufende Gasverluste werden als realistisch angesehen.

Bei Sportschuhen ist trotz der guten Datenqualität für die EU die Verteilung der Füllmengen auf die Mitgliedstaaten mit erheblichen Unsicherheiten verbunden.

4.7.9.10 Quellspezifische Rückrechnungen (2.F.9 alle)

Die Einsatzmengen für SF₆ als Tracergas wurden ab dem Berichtsjahr 2007 nochmals nach unten korrigiert (von 150 kg/a auf 20 kg/a). Weitere quellspezifischen Rückrechnungen waren nicht erforderlich.

4.7.9.11 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.F.9 alle)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.7.10 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.F alle)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Die Daten für das aktuelle Berichtsjahr wurden, wie bereits für die meisten Vorjahre, im Rahmen eines Forschungsvorhabens im Auftrag des Umweltbundesamtes durch einen externen Experten erhoben.

Die Qualitätssicherung erfolgt im Wesentlichen durch den externen Experten. Darüber hinaus werden die Daten durch den Fachbegleiter des UBA bei Abnahme geprüft.

Die erhobenen Angaben zum Umfang der quellgruppenspezifischen HFKW-Bestände, zur Zusammensetzung dieser Bestände nach verschiedenen HFKW-Kältemitteln, den EF etc. unterliegen einer ständigen Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung, die jedoch bisher nicht standardisiert ist. Es werden regelmäßig verschiedene Quellen (Umweltstatistiken⁵⁸, Produktions- und Verkaufszahlen⁵⁹ etc.) herangezogen und diese durch Rücksprache mit Experten (Anwendern, Kältemittelherstellern, Lieferanten etc.) auf ihre Belastbarkeit geprüft.

Die Daten für die elektrischen Betriebsmittel und die Halbleiterproduktion haben einen verbandsinternen Prozess der Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung durchlaufen.

Für Isolierglasfenster entfällt eine Qualitätssicherung mittels bottom-up Erhebung (Einkaufsdaten der Hersteller), da die Anzahl der Hersteller mit fast 400 zu groß ist. Von 2006 bis 2009 erfolgte jedoch ein Datenabgleich des Jahres-Neuverbrauchs mit den vom *Statistischen Bundesamt* durchgeführten jährlichen Erhebungen.

Der gesamte Sektor der F-Gas Emissionen wurde einer freiwilligen trilateralen Überprüfung unterzogen. Experten von England, Deutschland und Österreich überprüften die F-Gas Inventare der anderen Länder. Das positive Ergebnis war, dass Deutschland ein gutes F-Gase-Inventar hat. Im Ergebnis wurden keine Empfehlungen für Verbesserungen des deutschen F-Gase-Inventars ausgesprochen.

4.8 Andere Bereiche (2.G.)

CRF 2.G	Gas	HK		1995 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		2011 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Trend
Consumption of Halocarbons and SF ₆	SF ₆	-	-	C	C	C	C	C

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
SF ₆		s. Tabelle 137	

Die Emissionen von SF₆ aus der Anwendung in *Sportschuhen* (2.F.9.c Sonstige – Sportschuhe), der Anwendung bei der *AWACS-Wartung* (2.F.9.e Sonstige – AWACS Wartung) und der Anwendung beim *Schweißen* (2.F.9.f Sonstige – Schweißen) werden aus Vertraulichkeitsgründen unter 2.G berichtet.

Die Emissionen von HFKW aus der Anwendung als Lösemittel (2.F.5 Lösemittel) werden aus Vertraulichkeitsgründen unter 2.G berichtet.

Die Emissionen von FKW aus der Anwendung in *Sportschuhen* (2.F.9.c Sonstige – Sportschuhe) und in der Photovoltaik (2.F.9.h) werden aus Vertraulichkeitsgründen unter 2.G berichtet.

⁵⁸ Erhebungen nach § 11 des UstatG.

⁵⁹ Erhebungen nach Außenhandelsstatistikgesetz (AHStatGes) und Produktionsstatistiken

Entsprechend der Empfehlung des Expert Review Teams wird darauf verwiesen, dass sämtliche Informationen zu den unter 2.G berichteten Emissionen zur Beschreibung der Quellgruppe, Methodischen Aspekten, Unsicherheiten & Zeitreihenkonsistenz, Quellenspezifischen Rückrechnungen & Verifizierung sowie den geplanten Verbesserungen in den entsprechenden Kategorie-Kapiteln zu finden sind.

Es sind keine weiteren Emissionsquellen für Treibhausgase bekannt.

5 LÖSEMittel UND ANDERE PRODUKTVERWENDUNG (CRF SEKTOR 3)

5.1 Übersicht (CRF Sektor 3)

Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland, aus Lösemitteln und anderer Produktverwendung

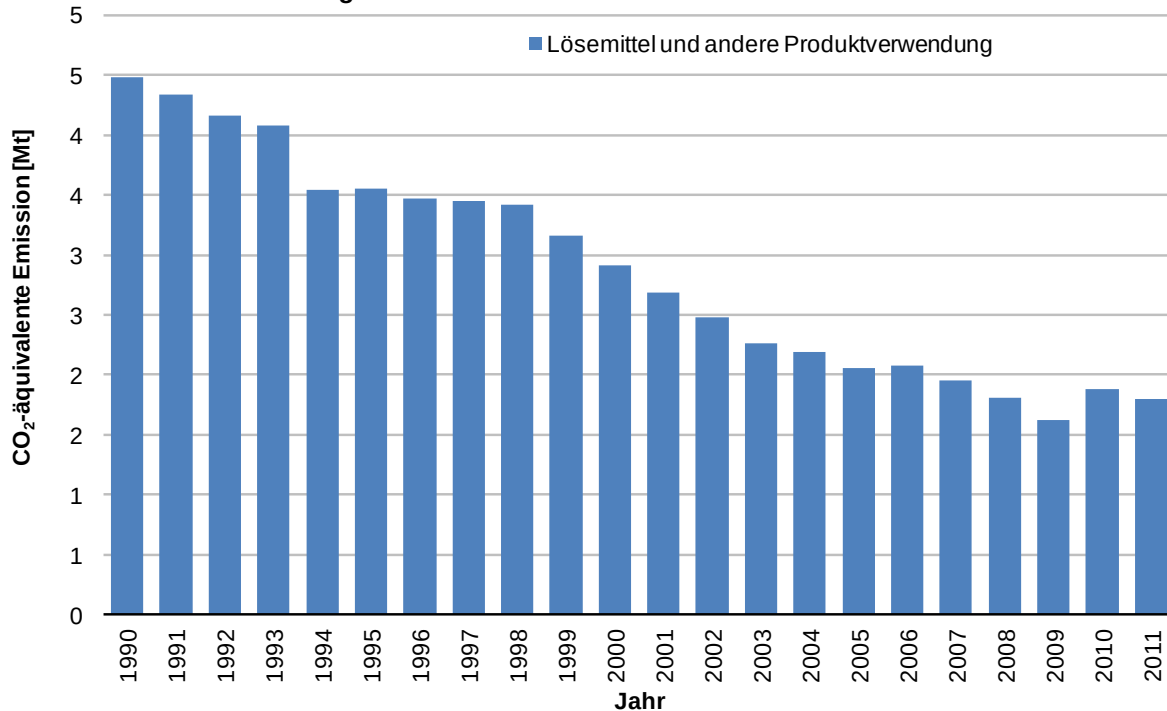


Abbildung 42: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 3

In dieser Quellgruppe werden die Emissionen aus der Anwendung chemischer Produkte zusammengefasst. Gegenwärtig sind Angaben zur Freisetzung von Lösemitteln aus deren Anwendung in Industrie, Gewerbe und Haushalten enthalten, sowie detaillierte Angaben zur stofflichen Freisetzung von N₂O bei dessen Anwendung.

Die Quellgruppe 3 *Lösemittel und andere Produktverwendung* untergliedert sich in die Unterkategorien *Lackierung* (3.A), *Entfettung*, *Chemische Reinigung* (3.B), *Herstellung und Anwendung chemischer Produkte* (3.C) und *Andere Lösemittelverwendungen* (3.D). Dabei umfasst *Andere* (3.D) Lachgas-Emissionen (s. Kapitel 5.3), Emissionen aus SCR Anlagen sowie die oben aufgeschlüsselte übrige Lösemittelverwendung, die nicht unter die Quellgruppen 3.A bis 3.C einzuordnen ist.

Die N₂O-Emissionen aus der Quellgruppe 3.D *Andere Lösemittelverwendungen* werden getrennt von den anderen Teilen in Kapitel 5.3 berichtet.

5.2 Lösemittel - NMVOC (3.A-3.C & 3.D)

5.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (3.A-3.C & 3.D)

CRF 3.A-3.C, 3.D (NMVOC)	Gas	HK	1990 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		2011 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Trend
Total Solvent and Other Product Use	CO ₂	-	-	2.552,0 (0,21%)	1.506,0 (0,16%)		-40,99%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	RA	NS	D
NMVOC	Tier 2	NS	CS

Die Quellgruppe indirektes CO₂ aus NMVOC-Emissionen aus dem Bereich *Lösemittel und andere Produktverwendung* (CRF 3.A-3.C und 3.D) ist keine Hauptkategorie.

Die aus dem Gebrauch von Lösemitteln oder aus der Anwendung lösemittelhaltiger Produkte freigesetzten NMVOC-Emissionen entstammen allen Subgruppierungen dieser Quellgruppe.

Um der sehr heterogenen Struktur dieser Quellgruppe bei der Datenermittlung besser gerecht zu werden, werden für die Berechnung der Inventardaten die UNECE/EMEP Substrukturen verwendet, die auf der CORINAIR97 (CORINAIR: COordination d' INformation Environmentale; Teilprojekt AIR) SNAP-Systematik⁶⁰ basieren.

In die Kategorie 3.D *Andere Lösemittelverwendungen* werden folgende Anwendungen bzw. Aktivitäten einbezogen:

- Behandlung von Glas- und Mineralwolle
- Druckindustrie (Druckanwendungen)
- Extraktion von Ölen und Fetten
- Anwendung von Klebstoffen und Haftmaterialien
- Anwendung von Holzschutzmitteln
- Anwendung von Unterbodenschutz und Fahrzeugkonservierung
- Häusliche Verwendung von Lösemitteln (ohne Farben und Lacke)
- Entwachsen von Fahrzeugen
- Herstellung von pharmazeutischen Produkten
- Häusliche Verwendung von pharmazeutischen Produkten
- sonstige

Für die Definition von „NMVOC“ wird auf die VOC-Definition der EG-Lösemittelrichtlinie zurückgegriffen⁶¹. Zur Konkretisierung des Begriffes „Lösemittelanwendung“ (solvent use) wird für die Lösemitteldefinition ebenfalls auf die EG-Lösemittelrichtlinie zurückgegriffen⁶².

⁶⁰ hier in der Detaillierung des sogenannten SNAP Level 3

⁶¹ Demnach sind flüchtige organische Verbindungen (VOC) alle organischen Verbindungen, die bei 293,15 K einen Dampfdruck von mindestens 0,01 kPa oder unter den entsprechenden Gebrauchsbedingungen eine entsprechende Flüchtigkeit haben.

⁶² Demnach ist ein organisches Lösemittel eine flüchtige organische Verbindung, die, ohne sich chemisch zu verändern, alleine oder in Kombination mit anderen Stoffen Rohstoffe, Produkte oder Abfallstoffe auflöst oder als Reinigungsmittel zur Auflösung von Verschmutzungen, als Lösungsmittel, als Dispersionsmittel oder als Mittel zur Einstellung der Viskosität oder der Oberflächenspannung oder als Weichmacher oder Konservierungsmittel verwendet wird.

Dabei ist jedoch zu beachten, dass einige dieser flüchtigen organischen Verbindungen sowohl als Lösemittel als auch als chemische Reaktionskomponente eingesetzt werden, z. B. Toluol - als Lösemittel in Lacken und Klebstoffen und als Reaktionskomponente bei der Herstellung von Toluoldiisocyanat (TDI) - oder Methylethylketon (Butanon) - als Lösemittel in Druckfarben und als Ausgangsmaterial bei der Synthese von Methylethylketonperoxid. VOC (genauer Stoffe oder Mengenanteile von Stoffen oder Produkten), die als chemische Reaktionskomponente eingesetzt werden, werden dementsprechend in dieser Quellgruppe nicht betrachtet.

Durch die skizzierte Abgrenzung der Quellgruppe wird ein sehr heterogenes Feld von emissionsverursachenden Vorgängen einbezogen. Dies gilt für:

- den Anteil und die Flüchtigkeit der eingesetzten VOC.
(Die Spannbreite reicht von der Verwendung von leichtflüchtigen Einzelstoffen als Lösemittel z.B. bei Reinigungsvorgängen über den Einsatz von Produkten mit Lösemittelgemischen z.B. in Farben & Lacken bis zu Anwendungen, in denen nur kleine Teile der Zubereitung (auch) Lösemittelleigenschaft haben, wie dies z.B. bei der Polystyrolschaumherstellung der Fall ist.)
- die sehr unterschiedlichen Emissionsbedingungen.

Lösemittelleinsätze können umweltoffen (wie bei der Verwendung von Kosmetika) bis weitgehend geschlossen (wie bei der Extraktion von nativen Ölen oder in Anlagen zur chemischen Reinigung) sein.

5.2.2 Methodische Aspekte (3.A-3.C & 3.D)

Die Berechnung der NMVOC-Emissionen erfolgt auf der Basis eines produktverbrauchsorientierten Ansatzes. Dabei werden die NMVOC-Einsatzmengen, die über Lösemittel oder lösemittelhaltige Produkte zu diesen Quellkategorien zugeordnet werden, ermittelt und daraus über (für jede Quellkategorie) spezifische Emissionsfaktoren die NMVOC-Emissionen berechnet. Diese Methodik ist unter der Bezeichnung „consumption-based emissions estimating“ explizit als eine von zwei für die Emissionsberechnung dieser Quellgruppe anzuwendenden Methoden aufgeführt.

Die Methodik erfordert - differenziert nach den Quellkategorien - belastbare Informationen über die folgenden Eingangsgrößen:

- die im Berichtsjahr eingesetzten Mengen an VOC-haltigen (Vor-) Produkten und Hilfsmitteln,
- den VOC-Gehalt dieser Produkte (Stoffe und Zubereitungen),
- die jeweiligen Anwendungs- und Emissionsbedingungen (bzw. den daraus resultierenden spezifischen Emissionsfaktor).

Um der sehr heterogenen Struktur innerhalb der Quellgruppe gerecht zu werden, werden diese Eingangsgrößen auf der Ebene von 37 differenzierten Verursacherprozessen (analog zu CORINAIR SNAP Level 3) bestimmt und die errechneten NMVOC-Emissionen anschließend aggregiert. Die eingesetzten Produkt-/Stoffmengen werden auf der Ebene von Produktgruppen unter Verwendung der Produktions- und der Außenhandelsstatistik ermittelt. Wo möglich, werden die so ermittelten Inlandsverbrauchsmengen durch den Abgleich mit Branchenstatistiken weiter verifiziert.

Für die durchschnittlichen VOC-Gehalte der Einsatzstoffe sowie die Emissionsfaktoren werden Werte angesetzt, die auf Expertenschätzungen (Fachgutachten und Branchendialoge) für die einzelnen Quellgruppen oder Quellgruppenbereiche basieren. Für die Berechnung der NMVOC-Emissionen des jeweils aktuellsten Jahres liegen die benötigten statistischen Basisangaben noch nicht abschließend vor, so dass für die aktuelle Berichterstattung zunächst die für das Vorjahr ermittelten Daten als Grundlage für eine Prognose verwendet werden. Die Prognose der NMVOC-Emissionen aus der Lösemittelverwendung für das aktuellste Jahr wird auf der Grundlage der spezifischen Aktivitätsentwicklungen errechnet. Sobald die statistischen Basisdaten für das jeweils aktuellste Jahr in der endgültigen Fassung vorliegen, werden damit die Inventardaten der NMVOC-Emissionen aus der Lösemittelverwendung neu berechnet.

Seit 1990 sind die NMVOC-Emissionen aus der Verwendung von Lösemitteln und lösemittelhaltigen Produkten insgesamt um etwa 41 % zurückgegangen. Der Schwerpunkt der Emissionsminderung lag in den Jahren seit 1999. Zu diesem Minderungserfolg trugen insbesondere ordnungsrechtliche Regelungen wie die *Chemikalienrechtliche Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) durch Beschränkung des Inverkehrbringens lösemittelhaltiger Farben und Lacke (Lösemittelhaltige Farben- und Lack-Verordnung - ChemVOCFarbV)*, die 31. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (*Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bei der Verwendung organischer Lösemittel in bestimmten Anlagen – 31. BImSchV*) und die 2. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (*Verordnung über Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen halogenierten organischen Verbindungen – 2. BImSchV*) sowie die TA Luft bei. Aber auch das deutsche Umweltzeichen „Blauer Engel“, in dessen Rahmen unter anderem lösemittelarme Lacke, Wandfarben oder Klebstoffe ausgezeichnet werden, hat daran einen wichtigen Anteil.

Obwohl in einzelnen Bereichen teilweise für mehrere Jahre sogar erhöhte Produkteinsatzmengen zu verzeichnen waren, die sich dort entsprechend emissionssteigernd auswirkten, konnte durch die oben beschriebenen Maßnahmen diese Entwicklung weitgehend ausgeglichen werden. Diese Erfolge gelangen insbesondere in den letzten Jahren und spiegeln sich in den aktualisierten Emissionsberechnungen wieder, die im Rahmen der Methodenoptimierung weiter differenzierte VOC-Gehalte und Emissionsfaktoren berücksichtigen konnten.

Seit der Berichterstattung 2009 werden die indirekten CO₂-Emissionen aus NMVOC berechnet.

Da der methodische Hintergrund für die Umrechnung der NMVOC-Emissionen in indirekte CO₂-Emissionen vor allem die Kompatibilität zur Emissionsberichterstattung der EU ist, haben wir für die aktuelle Berichterstattung den in *Chapter 7 Precursors and Indirect Emissions* der 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories vorgeschlagenen Referenzansatz verwendet:

$$EM_{\text{indirektes CO}_2} = EM_{\text{NMVOC}} * \text{Molmasse CO}_2 / \text{Molmasse C} * 60 \%$$

5.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (3.A-3.C & 3.D)

Für die NMVOC-Emissionen liegt zum Berichtszeitpunkt eine Fehlerbetrachtung auf der Basis von Expertenschätzungen für alle Eingangsgrößen (in allen 37 differenzierten

Quellbereichen) nach der Methode der Fehler-Fortpflanzung vor. Die bestehenden Unsicherheiten liegen derzeit vor allem in der mangelnden Trennschärfe der Basis-Statistiken (Produktions- und Außenhandelsstatistik) in Hinblick auf die Unterteilung in VOC-haltige und VOC-freie Produkte sowie in Bezug auf die Verwendung in verschiedenen Quellbereichen mit sehr unterschiedlichen Emissionsbedingungen.

5.2.4 **Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (3.A-3.C & 3.D)**

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

5.2.5 **Quellenspezifische Rückrechnungen (3.A-3.C & 3.D)**

Die im Emissionsinventar verwendeten Daten für die NMVOC-Emissionen des vorangehenden Jahres werden routinemäßig einer quellenspezifischen Rückrechnung unterzogen. Diese Vorgehensweise ist in der Methodik des produktverbrauchsorientierten Ansatzes begründet und notwendig, da die endgültigen Daten der Außenhandelsstatistik erst nach Abschluss der Berichterstattung im betreffenden Berichtsjahr vorliegen. Für die NMVOC-Emissionen des Jahr 2010 waren keine Korrekturen notwendig, da sich keine Anpassungen der Außenhandelsstatistik ergaben.

5.2.6 **Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (3.A-3.C & 3.D)**

Derzeit sind keine weiteren quellenspezifischen Verbesserungen geplant.

5.3 **Sonstige – Verwendung von N₂O (3.D)**

CRF 3.D (N ₂ O)	Gas	HK	1990		2010		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
Total Solvent and Other Product Use	N ₂ O	-	T	1.924,6	(0,16%)	287,9	(0,03%)	-85,04%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
N ₂ O	CS	AS/Q	CS

Die Quellgruppe *Lösemittel und andere Produktverwendung* ist für N₂O-Emissionen eine Hauptkategorie nach dem Trend (siehe Tabelle 7). Aufgrund der seit 1990 stark fallenden Emissionen (-84,45 %) und des dadurch erreichten sehr geringen Emissionsniveaus hat die Nationale Koordinierungsstelle aus Gründen der Ressourcenpriorisierung entschieden, die für Hauptkategorien vorgesehenen höheren Ansprüche an die Methodik für diese Quellgruppe nicht umzusetzen.

5.3.1 **Beschreibung der Quellgruppe (3.D.1)**

Der deutsche Lachgasmarkt wird von Air Liquide, Linde AG und Westfalen AG dominiert, die sowohl als Haupthersteller als auch Importeur auftreten. Bei der Lachgasherstellung und dessen Abfüllung in Gasflaschen entstehen keine Lachgasemissionen. Diese treten lediglich bei dessen Anwendung auf: Als N₂O-Quelle ist hier vor allem der Einsatz in der Medizin von Bedeutung. Weitere Emissionsquellen sind der Einsatz von Lachgas als Treibmittel in Sprühsahnedosen und der Einsatz in der Halbleiterindustrie. Auch bei Sprengungen wird

N₂O in geringen Mengen freigesetzt. Die Lachgas-Emissionen der Anästhesie sind als dominierende Emissionsquelle seit 1990 stark rückläufig, da statt Lachgas zunehmend intravenöse Betäubungen angewandt werden. Dieser Trend wird sich auch in Zukunft fortsetzen.

Medizin - Anästhesie

In der Medizin wird Lachgas als analgetisch wirkendes Gas zu Narkosezwecken genutzt. Bei der Anwendung wird Lachgas mit reinem Sauerstoff gemischt, um eine wirkungsvolle Gasmischung von 70 % Lachgas und 30 % Sauerstoff zu erhalten. In der modernen Anästhesie wird die Wirkung des Lachgases durch Zugabe von anderen Narkosemitteln verbessert. Bislang ist der Einsatz von N₂O in diesem Bereich nicht verboten, jedoch gibt es starke Bestrebungen in der deutschen Medizin gegen dessen allgemeine Verwendung. Der Einsatz von Lachgas in der Medizin geht deshalb seit 1990 kontinuierlich zurück.

Lebensmittelindustrie - Sprühsahnedosen

Lachgas wird in der Lebensmittelindustrie als Zusatzstoff mit dem Namen E 942 verwendet. Treibgase pressen Lebensmittel unter Druck aus ihren Behältern. Je nach Art des Lebensmittels kommt es dabei zur Aufschäumung oder zur Herstellung einer cremigen Konsistenz. So werden Sahne (aus Sprühdosen), Quark, und diverse Desserts wie zum Beispiel Fertigpuddings mit N₂O versetzt (DIE VERBRAUCHER INITIATIVE E.V, 2005; LINDE GAS GMBH, 2005),

Halbleiterherstellung

Für die Fertigungsschritte in der Halbleitertechnik werden eine Vielzahl von Chemikalien und Gasen verwendet. Argon, hochreiner Sauerstoff, Wasserstoff, hochreines Helium und Stickstoff bilden die Hauptmengen der eingesetzten Gase. Der Verbrauch der speziellen Prozessgase wie Distickstoffmonoxid, Ammoniak und Hexafluorethan ist vergleichsweise gering und in den letzten Jahren annähernd konstant geblieben (AMD Saxony LLC&Co. KG, Dresden, Umweltbericht 2002/2003, Seite 16).

Sprengstoffe

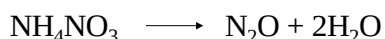
Sprengstoffe können militärisch und gewerblich eingesetzt werden. Zivile bzw. gewerbliche Sprengstoffe finden im Bergbau, bei Baumaßnahmen in felsigen Gegenden, bei Abrissunternehmen, in der Geologie und bei Feuerwerken Verwendung.

Lachgasemissionen entstehen vorwiegend bei der Detonation von ammoniumnitrathaltigen Sprengstoffen wie dem ANFO (Ammoniumnitrat- / Fuel Oil) und den Emulsionssprengstoffen. Im Allgemeinen enthalten die gewerblichen/zivilen Sprengstoffe zu ca. 60 bis 80 % Ammoniumnitrat (AN). Dagegen enthält der ANFO-Sprengstoff Andex bis zu 94 % Ammoniumnitrat.

In Deutschland werden Sprengstoffe zur zivilen Nutzung von zwei Firmen hergestellt: Orica Mining (früher Dynamit Nobel) und Westpreng GmbH (Wasag Chemie).

Bei der Herstellung von Sprengstoff entstehen keine Lachgasemissionen, jedoch kann bei der thermischen Zersetzung von Sprengstoffen Lachgas gebildet werden. Die Ursache dafür ist, dass Ammoniumnitrat (AN) beim thermischen Zerfall Distickstoffmonoxid (Lachgas) und Wasser bildet.

Bei vorsichtigem Erwärmen über die Schmelztemperatur läuft die Reaktion wie folgt ab:



Bei der schnellen, detonativen Umsetzung des AN-haltigen Sprengstoffes, verläuft die Reaktion jedoch wie folgt:



Dies bedeutet, dass bei hohem Druck und hoher Temperatur AN vorwiegend zu Stickstoff, Sauerstoff und Wasser reagiert. Nur eine geringe Konzentration an primär gebildetem N_2O bleibt beim Detonationsprozess erhalten. So enthalten z.B. die Detonationsschwaden von Amatolen⁶³ mit etwa 80 % an AN nur 0,1 Mol N_2O pro Mol Ammoniumnitrat. Aus diesem Betrag lässt sich eine theoretische maximale Lachgasbildung von etwa 68 g (dieser Wert wurde von einem Sprengstoffexperten mitgeteilt, der stöchiometrische Wert würde 44 g/Mol Amatol (80 %-AN) betragen) pro Kilogramm AN errechnen (ORELLAS, D.L., 1982; VOLK, F, 1997, Seite 74). Nach Aussage von Experten können Annahmen über die N_2O -Emissionen bezogen auf diesen AN-Gehalt für andere Sprengstoffe getroffen werden.

N_2O im Auto-Tuning

In der Antriebstechnik wird Lachgas zur Verbesserung des Verbrennungsprozesses in Benzinmotoren, der so genannten „Lachgas-Einspritzung“, verwendet. Dabei wird das Lachgas in Stickstoff und Sauerstoff gespalten. Der Stickstoff kühlt den Verbrennungsprozess und der Sauerstoff erhöht die Verbrennungsleistung. Infolge dieser „Tuningmaßnahme“ kann die Leistung des Motors kurzfristig gesteigert werden. Es gibt in Deutschland bisher eine Firma, die solche Tuning-Maßnahmen anbietet. Recherchen haben ergeben, dass die entsprechende Technik, die für ein solches Tuning genutzt wird, auf einen möglichst restlosen Verbrauch des Lachgases ohne nennenswerte Emissionen ausgelegt ist.

5.3.2 Methodische Aspekte (3.D.1)

Anästhesie

Die Menge an N_2O -Emissionen aus medizinischen Anwendungen für das Jahr 1990 basiert auf einer Extrapolation der statistischen Anlagenerhebung im Gebiet der ehemaligen DDR im Jahr 1990. Damals wurde festgestellt, dass dort eine Anlage zur Produktion von N_2O für Narkosezwecke existiert hat. Die Anlage war zum damaligen Zeitpunkt noch nicht lange in Betrieb (Errichtung im Jahr 1988). Die Produktionskapazität betrug etwa 1.200 t pro Jahr. Nach Recherchen fand kein Export bzw. Import dieses Stoffes statt, so dass von der vollständigen Anwendung im Land ausgegangen wurde. Über die hierdurch für die ehemalige DDR ermittelte Pro-Kopf-Emission wurde unter der Annahme gleicher Verhältnisse in grober Näherung für das Jahr 1990 eine N_2O -Emission von 6.200 t für Deutschland festgelegt. Die N_2O -Angabe für das Jahr 2001 stammt aus einer schriftlichen Mitteilung des Industriegaseverbands e.V. (IGV) aus dem Jahr 2002. Dieser Wert hatte eine Bandbreite von 3.000 ~ 3.500 t/a, woraufhin für die Zeitreihenentwicklung der N_2O -Emissionen der Mittelwert aus diesen Werten verwendet wurde (3.250 t/a).

⁶³ Amatol x/y: militärische Sprengstoffe. Gießbare Gemische, i.a. aus x % TNT und y % Ammoniumnitrat

Seit dem Jahr 2005 wird durch den Industriegaseverband eine Erhebung der N₂O-Absatzmengen aller Anwendungen in Deutschland durchgeführt. Diese Daten hat der IGV auch dem Umweltbundesamt für die Berichterstattung zur Verfügung gestellt. 2010 hat der IGV mit dem Bundeswirtschaftsministerium eine Selbstverpflichtung abgeschlossen über die jährliche Bereitstellung der N₂O Absatzmengen für die Emissionsberichterstattung.

Die Datenlücken in der Anästhesie werden durch Interpolation und Extrapolation geschlossen.

Der Emissionsfaktor beträgt 100%.

Sprühsahnedosen

Der Einsatz von N₂O in Sprühsahnedosen in Deutschland muss differenziert betrachtet werden. Es gibt in Deutschland einen Hersteller von Sprühsahnedosen, der diese auch in Deutschland befüllt. In den Emissionsberechnungen wird aufgrund der oben beschriebenen Recherchen angenommen, dass diese Firma einen Anteil von ca. 3 % an den Lachgas-Absatzmengen des Industriegaseverbandes hat. Der größere Anteil der Unternehmen aber lässt ihre Sprühsahnedosen im Ausland befüllen und importiert diese nach Deutschland. Die Absatzmengen dieser Firmen sind deshalb nicht in den Daten des Industriegaseverbandes enthalten. Der Milchindustrieverband hat in einer einmaligen Erhebung dem Umweltbundesamt mitgeteilt, dass 2008 50,2 Mio. Einheiten Sprühsahnedosen verkauft worden sind. Der Milchindustrieverband gab aber an, dass die Einheiten verschiedene Größen haben und eine differenzierte Angabe nach den Größen nicht möglich ist. Eine Internetrecherche hat ergeben, dass im deutschen Handel Druckpatronen mit 8g N₂O für 0,5l Sahnedosen und 16g N₂O für 1,0l Sahnedosen verkauft werden. Vergleichsrechnungen haben ergeben, dass vereinfacht mit 8g N₂O pro verkaufter Einheit gerechnet werden kann. Dies ergibt eine Einsatzmenge von 401,6 t N₂O für Sprühsahnedosen im Jahr 2008 in Deutschland. Da für die Jahre vor 2008 keine Daten vorliegen wird dieser Wert als konstant angenommen.

Der Emissionsfaktor für Sprühsahnedosen wird mit 100% angenommen.

Halbleiterherstellung

Für die Jahre 1990, 1995, 2000, 2001 und 2008 hat der ZVEI eine einmalige Angabe über die Einsatzmengen von Lachgas gemacht. Zwischen diesen Werten wird interpoliert.

Der Emissionsfaktor für 2008 ist vom ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. aufgrund der Umsetzung von Lachgas im Prozess und der nachgelagerten Behandlungsverfahren auf ca. 40 % geschätzt worden für 2008. Für 1990 konnte der ZVEI keine Angaben machen. Da aber davon ausgegangen werden kann, dass 1990 die Abgasbehandlung noch nicht in dem Maße eingesetzt wurde wie 2008, wird konservativ ein Emissionsfaktor von 100 % angenommen für 1990. Zwischen 1990 und 2008 wurde der Emissionsfaktor interpoliert.

Sprengstoffe

2003 wurden in Deutschland 59 kt Sprengstoff hergestellt. Davon wurden 13 kt ins Ausland exportiert und 5,8 kt nach Deutschland importiert⁶⁴. Das ergibt eine in Deutschland

⁶⁴ Persönliche Mitteilung: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM).

verbrauchte Menge von 51,8 kt. Der Anteil von ANFO an der Gesamtmenge beträgt 60 %, der der Emulsionssprengstoffe 25 % und der der Dynamitsprengstoffe 15 %. ANFO-Sprengstoffe bestehen aus 94 % Ammoniumnitrat und 6 % Brennstoffen. Für Emulsionssprengstoffe beträgt dieses Verhältnis 80 % zu 20 % und für Dynamitsprengstoffe 50 % zu 50 %.

Derzeit wird Lachgas als Schwadenkomponente im Gegensatz zu NO und NO₂ nicht ermittelt.

In der Regel ist die Bildung von N₂O nur bei Sprengstoffen relevant, die Ammoniumnitrat (AN) enthalten. Allerdings liegen bei ANFO-Sprengstoffen keine genauen Analysen der Detonationsschwaden vor. Aus diesem Grund muss man davon ausgehen, dass bei der Detonation von ANFO eine ähnlich hohe Konzentration von N₂O gebildet wird bezogen auf den AN-Gehalt wie bei den Amatolen und Ammoniten⁶⁵, von denen bereits Analysen vorliegen, um eine Abschätzung ermöglichen zu können. Man kommt zu folgendem Ergebnis: Amatole und Ammonite bilden bei der Detonation etwa 0,1 Mol N₂O pro Mol Ammoniumnitrat (AN).

Laut Aussage der *Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung* (BAM) ist die Menge des Sprengstoffverbrauchs in der BRD von 1990 bis 2005 konstant geblieben.

Der Emissionsfaktor für den Einsatz von Sprengstoffen beträgt 0,1036 kg N₂O/t Sprengstoff. Der Emissionsfaktor wurde von der Bundesanstalt für Materialprüfung im Februar 2010 durch Messungen ermittelt. Dadurch konnte der Emissionsfaktor gegenüber der Submission 2010 deutlich nach unten korrigiert werden.

Für Spühsahnedosen und die Halbleiterindustrie werden die Emissionen zusammen aggregiert mit den vertraulichen Emissionen aus der N-Dodecandiacid-Produktion (2.B.5) berichtet, da Letzteres vertrauliche Daten enthält.

5.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (3.D.1)

Die Aktivitätsdaten für die Anästhesie werden seit 2005 aus den Verbandsangaben ermittelt, deshalb wird die Unsicherheit auf 20 % geschätzt. Die Verbrauchsmengen für Sprühsahne unterliegen einer sehr hohen Unsicherheit (75 %), da die Berechnung auf mehreren Annahmen fußt und nur für 2008 eine Angabe vorliegt. Die Unsicherheit der Aktivitätsdaten wird für die Halbleiterindustrie auf 10 % geschätzt, da die Daten von den Anlagenbetreibern stammen.

Die Unsicherheit der Emissionsfaktoren für die Anästhesie und Sprühsahnedosen wird auf 0 % festgelegt, da zum gegenwärtigen Zeitpunkt davon ausgegangen wird, dass N₂O bei seiner Anwendung keiner Umwandlung unterliegt und somit nach der Anwendung vollständig in die Atmosphäre entweicht. Der Emissionsfaktor für den Einsatz in der Halbleiterherstellung wird auf eine Unsicherheit von 15 % geschätzt, da die Daten von den Anlagenbetreibern stammen. Der Emissionsfaktor für Sprengstoffe wird auf 5 % Unsicherheit geschätzt, da der Emissionsfaktor in einer amtlichen Messung ermittelt worden ist.

Für den Verteilungstyp der Zeitreihen kann von einer Normalverteilung ausgegangen werden.

⁶⁵ Ammonit: Zusammensetzung 70-88 % Ammoniumnitrat mit 5-20 % Nitroaromaten, 1-6 % Pflanzenmehl sowie z.T. 4 % Nitroglycerin, Aluminiumpulver und Kaliumperchlorat

5.3.4 *Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (3.D.1)*

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Die Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle. Daten wurden fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

5.3.5 *Quellenspezifische Rückrechnungen (3.D.1)*

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

5.3.6 *Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (3.D.1)*

Derzeit sind keine Verbesserungsmaßnahmen geplant.

6 LANDWIRTSCHAFT (CRF SEKTOR 4)

6.1 Überblick (CRF Sektor 4)

6.1.1 Quellgruppen und Gesamtemissionen 1990 - 2011

Zur Quellgruppe 4 „Landwirtschaft“ gehören in Deutschland die Emissionen aus der Fermentation bei der Verdauung (4.A), aus der Behandlung von Wirtschaftsdüngern (4.B) und aus den landwirtschaftlichen Böden (4.D).

Emissionen aus dem Reisanbau (4.C) kommen in Deutschland nicht vor, Brandrodung (4.E) wird in Deutschland nicht praktiziert (NO). Das Verbrennen von Ernterückständen auf dem Feld (4.F) ist in Deutschland untersagt, wobei sich die genehmigten Ausnahmen nicht erfassen lassen. Sie werden als irrelevant angesehen (NO).

Abbildung 43 gibt für den vorliegenden NIR 2013 eine Übersicht über die zeitliche Entwicklung der Treibhausgasemissionen aus den Bereichen 4.A, 4.B und 4.D. Die Daten wurden mit dem Inventarmodell GAS-EM (siehe Kapitel 6.1.2) berechnet.

**Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland, Landwirtschaft
(ohne CO₂ aus LULUCF)**

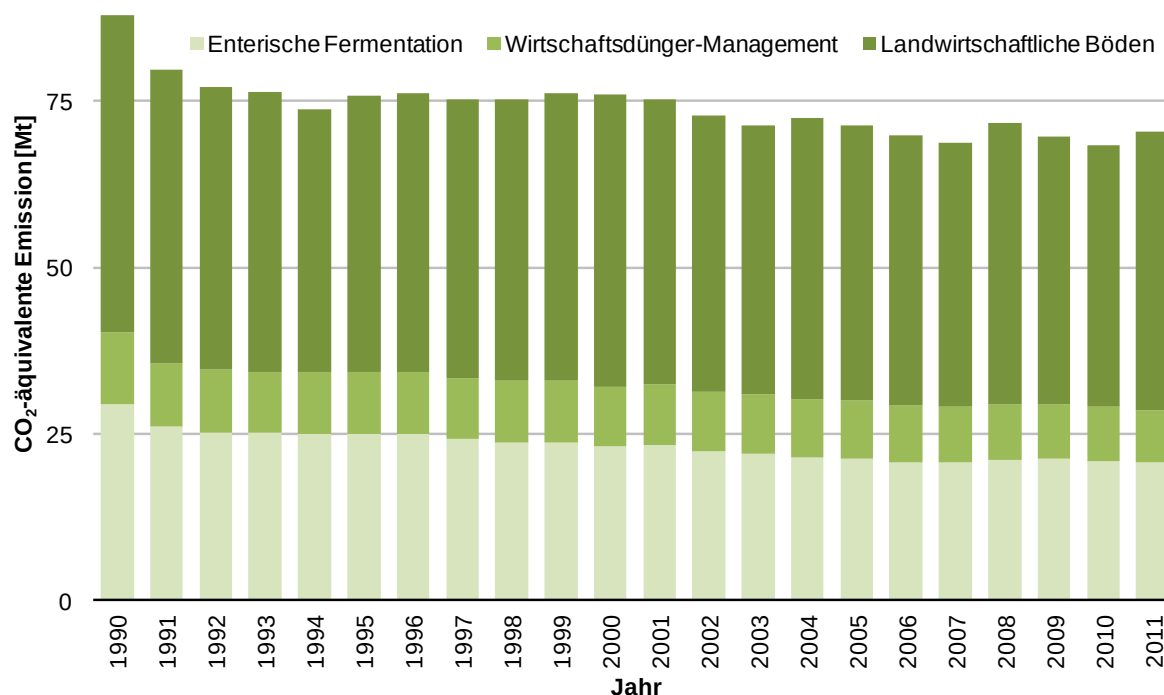


Abbildung 43: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 4

6.1.2 Das Emissionsinventarmodell GAS-EM

Die deutschen Emissionsberechnungen für die Gase Methan (CH₄), Ammoniak (NH₃), Distickstoffoxid (N₂O) und Stickstoffmonoxid (NO) aus landwirtschaftlichen Quellen werden mit dem Inventarmodell GAS-EM (Gaseous Emissions) durchgeführt.

6.1.2.1 Verwendete Regelwerke und ausführlicher Bericht

Das Emissionsinventarmodell GAS-EM beruht auf der Umsetzung der entsprechenden Handbücher (Treibhausgase: IPCC, 1996b; IPCC, 2000; IPCC 2006; Schadstoffe, insbesondere NH_3 : EMEP, 2007; EMEP, 2009).

Im Laufe der letzten Jahre wurden zahlreiche der in den Handbüchern beschriebenen Methoden für GAS-EM weiter entwickelt. Eine umfassende Beschreibung des Inventarmodells GAS-EM einschließlich der Dokumentation weiterer Quellen findet sich im ausführlichen Bericht (RÖSEMANN et al., 2013). Die nachfolgenden Ausführungen repräsentieren eine Zusammenfassung des ausführlichen Berichtes im Hinblick auf die Zielsetzung des NIR 2013.⁶⁶

Einen Überblick über die Funktionsweise von GAS-EM vermitteln die nachfolgenden Kapitel zur Methodik in den Sektoren 4.A (Kapitel 6.2.2.1), 4.B (Kapitel 6.3.2.2.1, und 6.3.4.2.1) und 4.D (Kapitel 6.5.2).

6.1.2.2 Grundstruktur des Emissionsinventarmodelles GAS-EM

Als Grundlage der Emissionsberechnungen in der Tierhaltung dient die Futteraufnahme, die als Funktion des erhaltungs- und leistungsbedingten Energiebedarfs berechnet wird, wie Abbildung 44 dies am Beispiel der Milchkuh verdeutlicht. Daraus ergeben sich die CH_4 -Emissionen aus der Verdauung (4.A) und die Ausscheidungen von Kohlenstoff und Stickstoff für die Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management (4.B). Letztere gehen auch in die Berechnungen des Stickstoffeintrags in landwirtschaftliche Böden (4.D) ein.

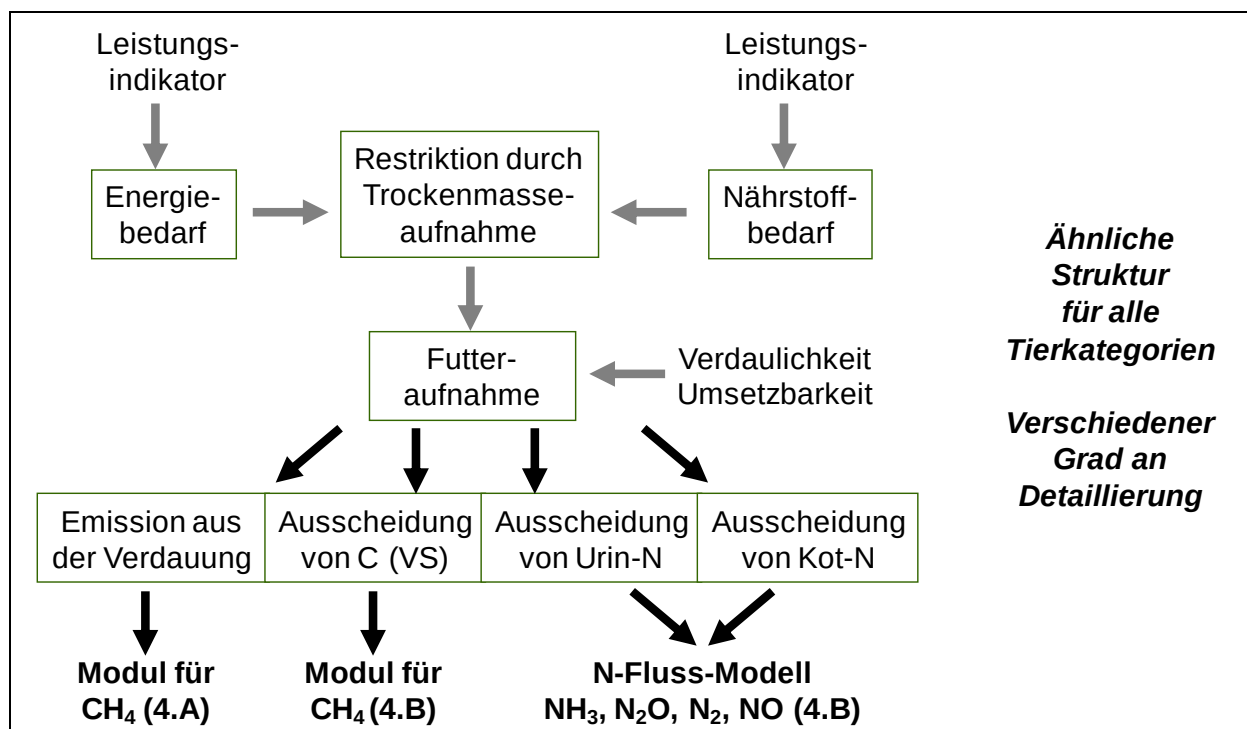


Abbildung 44: Logik der nationalen Methodik für die Emissionsberechnungen in der Tierhaltung am Beispiel der Milchkuh. („Leistungsindikator“ steht hier für die Summe aus leistungs- und erhaltungsbedingtem Bedarf.)

⁶⁶ Der ausführliche Bericht ist auch in elektronischer Form erhältlich bei: dieter.haenel@vti.bund.de und claus.roesemann@vti.bund.de.

Abbildung 45 zeigt, wie und auf welcher räumlichen Ebene – soweit Daten vorhanden – das GAS-EM-Modell erst nach Tierkategorien und –unterkategorien für die Berechnungen der Quellgruppen 4.A und 4.B differenziert und diese wiederum nach Stallsystemen, Lagerungssystemen und Ausbringungsverfahren für Wirtschaftsdünger. CH₄ wird für 4.A und 4.B getrennt je Tier-Subkategorie berechnet. N₂O wird für die Quellgruppen 4.B und 4.D auf der Basis eines N-Fluss-Konzeptes berechnet (s. Kapitel 6.1.2.4).

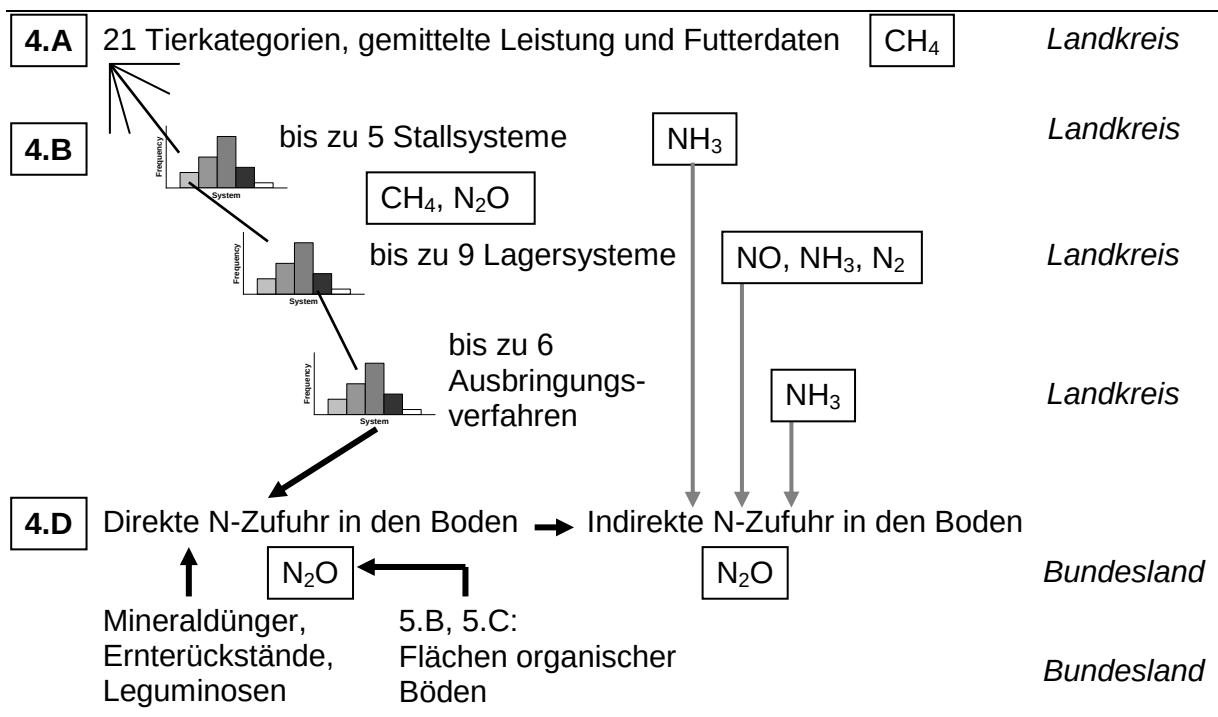


Abbildung 45: Konzept, thematische Inhalte und räumliche Auflösung des GAS-EM Modells

6.1.2.3 Die Behandlung von Kohlenstoff im Emissionsinventar

Mit dem Inventarmodell GAS-EM werden die CH₄-Emissionen aus der Verdauung und den VS-Ausscheidungen der landwirtschaftlichen Nutztiere (siehe Kapitel 6.2 und 6.3.2) berechnet, wobei gülle- und strohbasierte Systeme mit ihren typischen Lagerformen berücksichtigt werden. In diesem Inventar wird erstmals die anaerobe Vergärung von Gülle in Biogasanlagen berücksichtigt (siehe Kapitel 6.1.3.6.5). Entsprechend den IPCC Guidelines werden VS-Beiträge aus Einstreumaterial nicht berücksichtigt (siehe Kapitel 6.3.1).

6.1.2.4 Das Stickstoff-Fluss-Konzept (4.A, 4.B)

Die Berechnung der Emissionen von N-Spezies mit GAS-EM erfolgt auf Grundlage des N-Fluss-Konzeptes (DÄMMGEN & HUTCHINGS, 2005).

Wesentliche Voraussetzung für die Anwendung des Konzeptes ist die Bestimmung der in der Tierhaltung ausgeschiedenen N-Mengen. Bei Milchkühen, Färsen, Mastbullen, Schweinen, Legehennen, Junghennen, Masthähnchen und -hühnchen, Enten sowie Putenhähnen und Putenhennen wird die N-Ausscheidung als Differenz zwischen aufgenommener N-Menge und erhaltungs- und leistungsbedingtem N-Bedarf (Tiergewicht, Gewichtszuwachs, jährliche Milchmenge oder Anzahl an Eiern, gegebenenfalls Anzahl der Nachkommen) berechnet. Die mit dem Futter aufgenommene N-Menge wird anhand des tierischen Energiebedarfs sowie des Energie- und N-Gehalts im Futter ermittelt. Für die übrigen Tiere werden N-

Ausscheidungswerte aus der deutschen Fachliteratur entnommen (siehe dazu RÖSEMANN et al., 2013).

Bei der N-Ausscheidung wird zwischen den beiden Anteilen „organisches N“ und „leicht in NH_3 umsetzbares N (TAN, total ammoniacal nitrogen)“ unterschieden. TAN ist im Harn von Säugetieren vorhanden; im GAS-EM-Modell wird TAN mit dem N-Gehalt im Harn gleichgesetzt. Geflügel scheidet UAN (uric acid nitrogen) aus, das im Inventar als TAN angesehen wird. Zur Berechnung der N-Emissionen aus verschiedenen Stationen zwischen der tierischen N-Ausscheidung und dem N-Eintrag in den Boden werden zwei N-Pools in den Rechnungen mitgeführt: Dies sind die gesamte im jeweiligen Stadium zur Verfügung stehende N-Menge sowie derjenige Anteil dieser Menge, der als TAN vorliegt. Aufgrund der Definitionen der Emissionsfaktoren werden NH_3 -Emissionen proportional zur verfügbaren TAN-Menge berechnet, während N_2O -, NO -, und N_2 -Emissionen proportional zur verfügbaren N-Gesamtmenge, d.h. nach N-Anteil gewichtet aus dem TAN-Pool und dem organischen N-Pool, berechnet werden.

Die für eine Tierkategorie ermittelten N-Ausscheidungen werden auf Weide und Stall aufgeteilt. Diese Aufteilung erfolgt proportional zu der auf der Weide verbrachten Zeit.

Bei Festmistsystemen wird zusätzlich zu den N-Ausscheidungen der N-Eintrag durch Einstreumaterial berücksichtigt.

Für jede Tierkategorie werden die im Stall anfallenden N-Mengen im Verhältnis der relativen Anteile der in Deutschland üblichen Haltungsverfahren mit ihren unterschiedlichen Emissionsverhalten aufgeteilt. In den Ställen kommt es aus der ausgeschiedenen N-Menge zu N-Verlusten durch Emission von NH_3 aus dem TAN-Pool. Die verbleibenden N- und TAN-Mengen aller Ställe werden getrennt für gülle- und strohbasierte Systeme zusammengefasst und ins Lager transferiert.

Die dem Lager zufließenden N- und TAN-Mengen werden getrennt nach festen und flüssigen Wirtschaftsdüngern zwischen den verschiedenen in Deutschland gängigen Lagerverfahren entsprechend ihren prozentualen Anteilen aufgeteilt. In diesem Inventar wird erstmals die anaerobe Vergärung von Gülle in Biogasanlagen berücksichtigt (siehe Kapitel 6.1.3.6.5). Aus dem Lager erfolgen Emissionen von NH_3 aus dem TAN-Pool. Die N-Verluste durch die Emissionen von N_2O , NO und N_2 werden für Stall und Lager gemeinsam aus dem Gesamt-N-Pool (Summe aus tierischer N-Ausscheidung und N-Eintrag durch Einstreu) subtrahiert. Bis zum NIR 2012 war noch vereinfachend angenommen worden, dass diese N-Verluste allein aus dem TAN-Pool abgezogen werden können. Die verbleibenden N- bzw. TAN-Mengen werden der Ausbringung zugeführt.

Die zur Ausbringung kommende N-Menge wird auf die in Deutschland üblichen verschiedenen Ausbringungsverfahren und Einarbeitungszeiten mit ihren unterschiedlichen Emissionsfaktoren aufgeteilt. Dies geschieht im Verhältnis der relativen Anteile der verschiedenen Ausbringungsvarianten an der Gesamtmenge des auszubringenden Wirtschaftsdüngers, differenziert nach Tierkategorie und festen und flüssigen Wirtschaftsdüngern. Bei der Ausbringung entstehende N-Verluste durch NH_3 -Emissionen werden aus dem TAN-Pool abgezogen. Bei der Ausbringung entstehende NO -Emissionen werden aus dem Gesamt-N-Pool abgezogen. Die danach verbleibende Gesamt-N-Menge ergibt die im Boden verfügbare N-Menge zur Berechnung der N_2O -Emissionen infolge von Wirtschaftsdüngerausbringung.

Die beim Weidegang ausgeschiedene Gesamt-N-Menge ergibt die im Boden verfügbare N-Menge zur Berechnung der N₂O-Emissionen infolge von Weidegang.

6.1.3 Charakterisierung der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung

6.1.3.1 Tierkategorien (CRF 4.A, 4.B)

Für die Berechnung der Emissionen aus der Tierhaltung in der deutschen Landwirtschaft werden die Tierbestände in Unterkategorien unterteilt, um die erforderliche Beschreibung leistungs- und haltungsmäßig homogener Teil-Tierbestände zu ermöglichen. Tabelle 143 zeigt eine Gegenüberstellung der in den CRF-Tabellen zu berichtenden Tierkategorien und der im deutschen Inventar verwendeten Tierkategorien. Anzumerken ist, dass die bis zum NIR 2012 einschließlich zu den Färsen gerechneten Schlacht- und Mastkühe ab dem vorliegenden NIR 2013 wegen der geänderten Zählweise des Statistischen Bundesamtes für die gesamte Zeitreihe ab 1990 der Kategorie der Mutterkühe zugeschlagen wurden.

Tabelle 143: CRF-Tierkategorien und die für die deutsche Emissionsberichterstattung verwendete Unterteilung

CRF-Tierkategorien	Tierkategorien im deutschen Inventar	
1.a Milchkühe	„Milchkühe“	
1.b Übrige Rinder	„Kälber“ (bis 2 Monate)	
	weibliche Jungrinder ab 2 Monaten („Färsen“)	
	männliche Jungrinder ab 2 Monaten („Mastbullen“)	
	„Mutterkühe“ (einschließlich Schlacht- und Mastkühe) ^a	
2. Büffel	„Büffel“	
3. Schafe	CH ₄ :	N-Spezies:
	„Schafe“	„Schafe ohne Lämmer“
4. Ziegen	„Ziegen“	
5. Kamele und Lamas	---	
6. Pferde	„Großpferde“	
	„Kleinpferde und Ponys“	
7. Esel und Maultiere	„Esel und Maultiere“	
8. Schweine	„Sauen“	
	(incl. Saugferkel bis 8 kg)	
	„Aufzuchtferkel“	
	„Mastschweine“	
	„Eber“	
9. Geflügel	„Legehennen“	
	„Masthähnchen und –hühnchen“	
	„Junghennen“	
	„Gänse“	
	„Enten“	
	„Puten, männlich“	
10. Sonstige	„Puten, weiblich“	

^a Schlacht- und Mastkühe werden ab NIR 2013 zu den Mutterkühen gezählt statt wie bis NIR 2012 zu den Färsen, da sich die Zählweise des Statistischen Bundesamtes geändert hat. Die Zeitreihe wurde entsprechend zurück bis 1990 angepasst.

In der deutschen Berichterstattung setzt sich die Tierkategorie „Rinder“ (CRF 4.A.1.A, CRF 4.B.1.A) aus Milchkühen (CRF 4.A.1.a, CRF 4.B.1.a) und der Gruppe der „übrigen Rinder“ (CRF 4.A.1.b, CRF 4.B.1.b) zusammen. Die „übrigen Rinder“ umfassen die Unterkategorien „Kälber“, „Färsen“, „Mastbullen“, „Mutterkühe“ und „Männliche Rinder ab 2 Jahren“.

Die Kategorie „Schweine“ (CRF 4.A.8, CRF 4.B.8) gliedert sich in die Unterkategorien „Sauen“ (incl. Saugferkel bis 8 kg), „Aufzuchtferkel“, „Mastschweine“ und „Eber“.

Für die Berechnung der Methan-Emissionen wird die Kategorie „Schafe“ (CRF 4.A.3, CRF 4.B.3) nicht in Unterkategorien unterteilt. Zur Berechnung der Emissionen von Stickstoff-Spezies werden Schafe in die Unterkategorien „Lämmer“ und „Schafe ohne Lämmer“ unterteilt. Die Ergebnisse werden aggregiert für „Schafe“ berichtet.

Die Kategorie „Geflügel“ (CRF 4.A.9, CRF 4.B.9) gliedert sich in die Unterkategorien „Legehennen“, „Masthähnchen und –hühnchen“, „Junghennen“, „Gänse“, „Enten“, „männliche Puten“ und „weibliche Puten“.

Bei Pferden (CRF 4.A.6, CRF 4.B.6) werden Großpferde und Kleinpferde getrennt berechnet, da sie sich hinsichtlich ihres Energiebedarfs unterscheiden. Die Teilergebnisse werden anschließend zu den Gesamtergebnissen für „Pferde“ aggregiert.

6.1.3.2 Tierplatzzahlen (CRF 4.A, 4.B)

Die von Deutschland berichteten Emissionen beziehen sich auf die ganzjährig zur Produktion genutzten Tierplätze in landwirtschaftlichen Betrieben. Als Tierplatz in diesem Sinne gilt ein zum Stichtag der amtlichen Tierbestandserhebungen besetzter Tierplatz. Als Synonym für Tierplatz wird im Folgenden auch der Begriff der Tierzahl verwendet.

6.1.3.2.1 Erhebungen durch die Statistischen Ämter des Bundes und der Länder

Das Statistische Bundesamt und die Statistischen Landesämter führen Agrarstruktur-erhebungen⁶⁷ durch, bei denen zusammen mit anderen Daten die Tierzahlen für Rinder, Schweine, Schafe, Pferde (ab 2010: Equiden) und Geflügel erfasst werden. Diese Agrarstruktur-erhebungen fanden 1990 - 1996 und 1999 - 2007 jedes zweite Jahr statt, danach 2010 im Rahmen der umfangreicheren Landwirtschaftszählung 2010 (LZ 2010)⁶⁸. Im Rahmen der LZ 2010 wurde erstmals die Gesamtzahl der Ziegen in Deutschland offiziell erhoben. Die Erhebungen 1990, 1992, 1994 und 1996 erfolgten am 3. Dezember, während der Stichtag in den Jahren 1999 - 2007 am 3. Mai und 2010 am 1. März war.

Neben den Agrarstruktur-erhebungen finden jährlich Viehbestandserhebungen statt (STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 3, Reihe 4.1). Bis 1998 einschließlich erfolgten diese Erhebungen halbjährlich für Rinder und Schafe (Juni, Dezember), viermonatlich für Schweine (April, August, Dezember), sowie alle zwei Jahre im Dezember der geraden Jahre für alle Tierarten, d. h. auch für Pferde und Geflügel. Stichtag war jeweils der dritte Kalendertag im Monat. Seit 1999 erfolgt die Viehbestandserhebung zweimal jährlich zum Stichtag 3. Mai und 3. November für Rinder und Schweine sowie zum Stichtag 3. Mai (ab 2011 zum Stichtag 3. November) für Schafe.

Für Rinder, Schweine und Schafe liegen somit für alle Jahre seit 1990 Tierzahlen aus offiziellen Erhebungen vor. Dabei wurden im Inventar bis 1998 einschließlich die Daten von Dezember (für Schafe im Juni) und danach bis 2010 einschließlich die Daten von Mai verwendet, während in Absprache mit dem Statistischen Bundesamt ab 2011 der November-Stichtag zu verwenden ist. Für Pferde bzw. Equiden und Geflügel sind Tierzahlen nur alle

⁶⁷ <https://www.destatis.de/DE/Meta/AbisZ/Agrarstruktur-erhebung.html>

⁶⁸ <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaft/Landwirtschaftszahlung2010/Ergebnisse.html>

zwei Jahre verfügbar (Stichtage: bis 1998 einschließlich 3. Dezember, 1999 – 2007 3. Mai, 2010 1. März und 2011 3. November). Es erfolgten in Absprache mit dem Statistischen Bundesamt keine Korrekturen wegen der variierenden Stichtage.

Auf die Tierzahlen der übrigen Tiere sowie Besonderheiten bei der Verwendung der offiziell erhobenen Tierzahlen von Rindern, Schweinen und Schafen im Inventar geht Kapitel 6.1.3.2.2 ein.

6.1.3.2.2 *Besonderheiten der Tierplatzzahlen im Inventar*

Die Rinderbestände werden seit dem Jahr 2008 bzw. seit der Erstellung des NIR 2009 aus einer speziellen Datenbank (HIT, Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere, <http://www.hi-tier.de>) entnommen, in der jedes Tier registriert ist. Als Folge der neuen Erhebungsmethode ergeben sich für die Jahre ab 2008 allerdings systematisch höhere Tierzahlen als in den Jahren zuvor, in denen aufgrund von Erfassungsgrenzen nicht alle Tiere berücksichtigt wurden. Ein Vergleich des Statistischen Bundesamtes für das Jahr 2007 zeigt, dass die Rinderzahlen aus HIT 2,9 % höher als nach der herkömmlichen Erhebungsmethode sind (für Milchkühe allein 2,8 %). Laut Statistischem Bundesamt werden die Rinderzeitreihen vor 2008 nicht nachträglich angepasst. Als Folge werden die Emissionen aus der Rinderhaltung in den Jahren 1990 bis 2007 leicht unterschätzt. Um möglichst homogene Tierkategorien zu bilden, wurden einige der in den amtlichen Erhebungen verwendeten Rinderkategorien für das Inventar modifiziert.

Um im Inventar möglichst homogene Schweine-Unterkategorien verwenden zu können, wurden einige der in den amtlichen Erhebungen verwendeten Tierkategorien modifiziert: Die offiziellen Tierzahlen für Ferkel bis 20 kg Tier⁻¹ sowie Jung- und Mastschweine ab 20 kg Tier⁻¹ werden nach dem in HAENEL et al. (2011) beschriebenen Verfahren zu Tierzahlen für die Inventarkategorien „Aufzuchtferkel“ und „Mastschweine“ umgerechnet. Diese Transformation bleibt ohne Auswirkung auf die Gesamtzahl der Schweine im Emissionsinventar. Dagegen wird die Gesamtzahl der Schweine im Inventar gegenüber der offiziell erhobenen Gesamtzahl dadurch verringert, dass der Teil der offiziell erhobenen Ferkel, der bis zu 8 kg wiegt, als Saugferkel zu werten sind, die bzgl. ihrer Emissionen implizit bei den Sauen mitgerechnet werden und deshalb im Inventar nicht als separate Tierkategorie auftreten.

Die Anzahl der Ziegen in Deutschland wurde zwischen den Jahren 1977 und 2010 nicht erfasst. Bis 2004 schätzte das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) die Ziegenzahlen auf nationaler Ebene. Diese Zeitreihe wurde ab 2005 durch Schätzungen des Statistischen Bundesamtes ergänzt. Die 2010 im Rahmen der Landwirtschaftszählung 2010 (LZ 2010) erstmalig offiziell erfasste Gesamtzahl der Ziegen liegt deutlich unter den Schätzungen der Vorjahre, die in Abstimmung mit dem Statistischen Bundesamt trotzdem weiter verwendet wurden. Für 2011 wurde in Abstimmung mit dem Statistischen Bundesamt der Wert von 2010 beibehalten.

In den Jahren zwischen den Agrarstrukturerhebungen fehlen Daten zu den Pferdebeständen. Fehlende Zahlen innerhalb einer Zeitreihe wurden durch lineare Interpolation erzeugt. In der Landwirtschaftszählung 2010 wurden erstmals keine Pferdezahlen mehr erhoben, sondern Equiden gezählt. Deren Zahl, die zwar Esel und Maultiere einschließt, wird im Inventar aber als Anzahl der Pferde interpretiert, da es nicht möglich ist, die nur auf Bundesebene geschätzte Anzahl der Esel und Maultiere (s. u.) von der Anzahl Equiden auf Bundeslandebene zu subtrahieren. Die damit verbundene Überschätzung der Pferdezahlen ist wegen

der sehr geringen Anzahl an Eseln und Maultieren (s. u.) vernachlässigbar. Um einer möglichen Unterschätzung der für das Jahr 2011 fehlenden Pferdezahlen vorzubeugen, wurde diese Tierzahl nicht durch Extrapolation des Trends 2009/2010, sondern durch Beibehaltung des Wertes von 2010 generiert. Die Pferdezahlen werden im Inventar zur Berücksichtigung unterschiedlichen Emissionsverhaltens in die zwei Kategorien Großpferde und Kleinpferde (incl. Ponys) unterteilt.

Für Esel und Maultiere sind keine separaten Zahlen aus der amtlichen Statistik verfügbar. Nach Angaben der Interessengemeinschaft für Esel und Maultiere (IGEM, Deutsches Eselstammbuch, 2003) belief sich die Zahl der in Deutschland gehaltenen Tiere auf etwa 6.000 bis 8.000 Esel und ca. 500 Maultiere und Maulesel. Neuere Zahlen aus dem Deutschen Eselstammbuch von 2009 liegen deutlich niedriger, weisen aber große Unsicherheiten auf. Daher wird vorerst mit einer zeitlich konstanten Zahl von 8.500 Eseln und Maultieren gerechnet.

Das Statistische Bundesamt veröffentlicht keine Büffelnzahlen. Daher wurden für die Jahre ab 2000 die Angaben des Deutschen Büffelnverbandes verwendet. Aufgrund der Empfehlung im Abschlussbericht zum „Initial Review under the Kyoto Protocol and Annual 2006 Review under the Convention“ wurde die Zeitreihe der Büffeln-Population auf nationaler Ebene für die Jahre vor 2000 durch lineare Extrapolation vervollständigt. Für die Jahre 1990 bis 1995 ergaben sich rechnerisch negative Tierzahlen, die durch Nullen ersetzt wurden.

In den Jahren zwischen den Agrarstrukturerhebungen fehlen Daten zu den Geflügelbeständen. Fehlende Zahlen innerhalb einer Zeitreihe wurden durch lineare Interpolation erzeugt. Die für 2011 fehlenden Geflügelzahlen wurden, außer für Junghennen und Legehennen, durch Extrapolation aus den Jahren 2009 und 2010 gewonnen. Junghennen werden entgegen der Haltungspraxis (Aufstallung als Legehennen bereits nach der 18. Woche) offiziell bis zu einem Alter von 6 Monaten gezählt, so dass für das Inventar in allen Jahren der Zeitreihe ein Teil der Junghennen in die Legehennen-Kategorie verschoben wurde, wobei die Gesamtsumme aus Jung- und Legehennen nicht verändert wurde. Für Junghennen und Legehennen wurden die für 2011 fehlenden Tierzahlen durch Beibehaltung der Daten von 2010 geschätzt, da erst das Jahr 2012 zeigen wird, in welcher Richtung sich die Bestände nach dem Verbot der Käfighaltung und den damit verbundenen Veränderungen im Bereich der Eierproduktion entwickeln werden. Die offiziell erhobenen Putenzahlen wurden im Inventar zur Berücksichtigung unterschiedlichen Emissionsverhaltens für alle Jahre seit 1990 in Hähne und Hennen aufgeteilt.

6.1.3.2.3 Im Inventar verwendete Tierplatzzahlen (CRF 4.A, 4.B)

Die der deutschen Berichterstattung zugrunde liegenden Tierplatzzahlen sind in Tabelle 144 zusammengestellt. Zu den Unsicherheiten der Tierzahlen siehe Tabelle 176 in Kapitel 6.1.5.

Tabelle 144: Zahl der in die deutsche Berichterstattung eingehenden Tierplätze (4.A, 4.B) in 1.000

[in 1000]	Milch- kühe	übrige Rinder	Schweine	Schafe	Ziegen	Pferde	Esel und Maultiere	Büffel	Geflügel
1990	6.355	13.133	26.502	3.266	90	491	8,5	0,00	113.879
1991	5.632	11.502	22.183	3.250	86	511	8,5	0,00	108.770
1992	5.365	10.843	22.618	2.999	90	531	8,5	0,00	103.662
1993	5.301	10.597	22.238	3.001	92	565	8,5	0,00	106.805
1994	5.273	10.690	21.148	2.882	95	599	8,5	0,00	109.948
1995	5.229	10.661	20.387	2.991	100	626	8,5	0,00	111.228
1996	5.195	10.565	20.809	2.953	105	652	8,5	0,05	112.507
1997	5.026	10.201	21.248	2.885	115	594	8,5	0,17	114.439
1998	4.833	10.110	22.500	2.869	125	535	8,5	0,30	116.371
1999	4.765	10.131	22.138	2.724	135	476	8,5	0,42	118.303
2000	4.570	9.968	21.768	2.743	140	491	8,5	0,63	120.180
2001	4.549	10.055	21.792	2.771	160	506	8,5	0,63	122.056
2002	4.427	9.560	22.110	2.722	160	516	8,5	0,76	122.732
2003	4.371	9.273	22.352	2.697	160	525	8,5	0,89	123.408
2004	4.285	8.911	21.758	2.714	160	512	8,5	1,02	121.984
2005	4.236	8.799	22.743	2.643	170	500	8,5	1,19	120.561
2006	4.082	8.667	22.417	2.561	180	521	8,5	1,32	123.712
2007	4.071	8.615	22.985	2.538	180	542	8,5	1,54	126.863
2008	4.218	8.752	22.677	2.437	190	515	8,5	1,79	127.542
2009	4.205	8.739	23.021	2.350	220	489	8,5	2,11	128.221
2010	4.183	8.626	22.244	2.089	150	462	8,5	2,36	128.900
2011	4.190	8.338	22.788	1.660	150	462	8,5	2,68	132.344

6.1.3.3 Leistungs-, Energie- und Futterdaten (CRF 4.A, 4.B)

Die Berechnung von Emissionen nach einem Tier-2-Verfahren erfordert Angaben zur tierischen Leistung (Tiergewicht, Gewichtszunahme, Milchleistung, Milcheiweißgehalt, Milchfettgehalt, Geburtenzahl, Eianzahl und -gewicht) und zum Futter (Phasenfütterung, Futterbestandteile, Protein- und Energiegehalt, Umsetzbarkeit von Energie, Verdaulichkeit von organischer Substanz). Zur Aufteilung der vom Statistischen Bundesamt berichteten Puten-Gesamtzahl in Hähne und Hennen wird das Geschlechterverhältnis benötigt. Diese Daten sind zum großen Teil nicht aus der amtlichen Statistik erhältlich. Sie wurden der allgemein verfügbaren Fachliteratur, Veröffentlichungen von Verbänden oder Regelwerken für die landwirtschaftliche Beratung in Deutschland entnommen oder durch Expertenbefragung gewonnen. Die Putendaten wurden z. T. von Brütereien zur Verfügung gestellt.

Gegenüber dem NIR 2012 wurden folgende Änderungen bei Leistungsdaten oder mit der Leistung in Zusammenhang stehenden Daten berücksichtigt (siehe dazu auch RÖSEMANN et al., 2013):

- Aktualisierung der Daten für die Lebensdauern als Milchkuh bzw. Färse,
- Korrektur eines Übertragungsfehlers beim Endgewicht von Milchkühen und Färsen in Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen im Jahr 1990 (dieser Fehler trat in der Berechnung des mittleren Tiergewichtes, siehe Tabelle 145, nicht auf),
- Aktualisierung der Milchleistung im Jahr 2010,
- Vollständige Berücksichtigung des N-Eintrags in das Wirtschaftsdünger-Management durch Haut und Haare bei den Milchkühen,
- Neuordnung der Schlacht- und Mastkühe zu den Mutterkühen statt zu den Färsen (siehe Kapitel 6.1.3.1),
- Aktualisierungen der Anzahl der „Saugferkel pro Sau“,
- Aktualisierung der Mastendgewichte von Masthähnchen und – hühnchen ab dem Jahr 2000.

- Aktualisierung der Tiergewichte für Junghennen und Legehennen im Jahr 2010.

Diese Änderungen führen dazu, dass die in den nachfolgenden Tabellen dargestellten Daten teilweise von den entsprechenden Daten des NIR 2012 abweichen. Die Abweichungen bei den mittleren Tiergewichten von Milchkühen und Rindern sind dabei so geringfügig, dass sie in der gewählten Zahldarstellung mit einer Dezimalstelle nicht in Erscheinung treten. Die Änderungen beim mittleren Gewicht der Schweine sind auf eine Zunahme der Populationsanteile mit unterdurchschnittlichem Gewicht zurückzuführen (Saugferkel, Aufzuchtferkel).

Tabelle 145 zeigt die mittleren Tiergewichte für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel. Zu Details der Berechnung der mittleren Tiergewichte siehe RÖSEMANN et al. (2013).

Tabelle 145: Mittlere Tiergewichte (4.B)

[kg Tier ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	607,9	599,1	619,3	631,1	623,1	621,8	631,9	626,7	636,2	640,4
übrige Rinder	300,1	299,3	309,5	314,0	312,8	313,7	319,2	319,1	326,3	326,1
Schweine	72,8	71,0	71,7	72,0	72,9	74,1	73,7	74,1	73,6	72,9
Geflügel	1,77	1,79	1,81	1,77	1,73	1,71	1,68	1,70	1,74	1,69
[kg Tier ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	644,3	654,0	648,3	644,6	641,3	645,8	647,4	651,3	645,3	642,0
übrige Rinder	329,5	334,6	329,4	328,8	327,4	326,4	330,6	333,8	327,7	328,4
Schweine	72,4	72,4	72,6	72,9	72,9	72,4	72,6	72,9	72,4	72,4
Geflügel	1,80	1,82	1,78	1,89	2,02	2,01	1,94	2,01	1,95	1,93
[kg Tier ⁻¹]	2010	2011								
Milchkühe	646,8	648,0								
übrige Rinder	330,0	327,2								
Schweine	70,5	69,0								
Geflügel	1,96	1,97								

Bei den übrigen Tierkategorien geht das Gewicht nicht in die Emissionsberechnungen ein. Es wird dennoch in den CRF-Tabellen berichtet (basierend auf IPCC-Defaultwerten oder deutschen Standardwerten).

Tabelle 146 zeigt die mittlere tägliche Milchleistung bei Milchkühen.

Tabelle 146: Mittlere tägliche Milchleistung bei Milchkühen (4.A)

[kg d ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchleistung	12,9	13,2	13,8	14,4	14,4	14,9	15,1	15,3	15,6	16,2
[kg d ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchleistung	16,6	17,0	17,2	17,9	18,0	18,5	18,8	19,0	18,7	19,1
[kg d ⁻¹]	2010	2011								
Milchleistung	19,4	19,8								

Bei Milchkühen, Färsen, Mastbullen, Sauen, Aufzuchtferkeln und Mastschweinen wird die Gesamtenergie-Aufnahme (GE) leistungsabhängig berechnet. Hierfür wird angenommen, dass die Fütterung den tierischen NEL- bzw. ME-Energiebedarf⁶⁹ genau deckt. Dieser Energiebedarf ist eine Funktion der tierischen Leistung. Aus dem Energiebedarf und dem mittleren NEL- bzw. ME-Energiegehalt des Futters wird ermittelt, welche Menge Futter bei gegebener Futterzusammensetzung zur Deckung des NEL- bzw. ME-Energiebedarfs

⁶⁹ Der Energiebedarf wird bei der Milchkuh in der Einheit „Netto Energie Laktation (NEL)“ angegeben (siehe KIRCHGESSNER et al., 2008), während bei den anderen Tieren mit Energiebedarfsberechnung im deutschen Inventar die Einheit „Umsetzbare Energie (ME, metabolic energy)“ verwendet wird (siehe z. B. GfE, 2006).

aufgenommen wird (RÖSEMANN et al., 2013). Aus der aufgenommenen Futtermenge und dem mittleren GE-Gehalt des Futters wird die vom Tier aufgenommene Gesamtenergie GE berechnet. Bei Kälbern, Mutterkühen, männlichen Rindern über 2 Jahre, Ebern, Ziegen, Schafen, Büffeln, Pferden sowie Eseln und Maultieren wird die GE-Aufnahme mit Hilfe von Standwerten ermittelt. Für Geflügel wird keine GE-Aufnahme berechnet.

Tabelle 147 zeigt für Milchkühe, übrige Rinder sowie Schweine die tägliche Gesamtenergie-Aufnahme GE. Auf die Änderungen gegenüber dem NIR 2012 geht Kapitel 6.2.5 ein.

Tabelle 147: Mittlere tägliche Gesamtenergie-Aufnahme (GE) (4.A)

[MJ Platz ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	257,1	262,0	271,0	276,1	275,7	278,7	282,4	284,2	288,6	291,8
übrige Rinder	102,4	103,8	107,2	108,0	106,8	107,6	108,2	107,9	108,3	109,2
Schweine	27,4	27,9	28,3	28,4	28,7	28,9	29,2	29,2	29,6	29,3
[MJ Platz ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	295,9	301,1	302,7	306,0	306,8	310,4	312,0	315,0	311,2	314,4
übrige Rinder	109,5	109,8	108,9	108,8	108,4	108,4	109,0	109,5	108,8	109,0
Schweine	29,4	29,8	29,9	29,7	30,0	29,8	30,0	30,1	30,1	30,2
[MJ Platz ⁻¹]	2010									
Milchkühe	315,3									
übrige Rinder	109,2									
Schweine	30,1									

Tabelle 148 bis Tabelle 150 zeigen für Milchkühe, übrige Rinder und Schweine die Eingangsdaten für die VS-Berechnung, die der Berechnung der CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management zugrunde liegt (siehe Kapitel 6.3.2.2.1). Es handelt sich um Trockenmasseaufnahme, Verdaulichkeit organischer Substanz und Aschegehalt des Futters. Die Trockenmasseaufnahme ergibt sich aus der Futteraufnahme unter Berücksichtigung des Trockenmassegehaltes der Futterkomponenten (siehe RÖSEMANN et al., 2013). Die Verdaulichkeit organischer Substanz und der Aschegehalt des Futters sind als Futterkennwerte gegeben (BEYER et al., 2004; Herstellerangaben); sind die Daten nicht verfügbar, werden geeignete Ersatzwerte verwendet (siehe RÖSEMANN et al., 2013).

Tabelle 148: Tägliche Trockenmasseaufnahme (4.B(a)s1)

[kg ⁻¹ Platz ⁻¹ d ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	14,15	14,25	14,72	14,98	14,95	15,09	15,29	15,38	15,61	15,77
übrige Rinder	5,73	5,67	5,83	5,87	5,81	5,86	5,86	5,86	5,90	5,98
Schweine	1,74	1,77	1,79	1,80	1,82	1,83	1,85	1,85	1,88	1,86
[kg ⁻¹ Platz ⁻¹ d ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	15,98	16,25	16,32	16,50	16,54	16,72	16,80	16,96	16,75	16,92
übrige Rinder	5,97	6,02	5,93	5,93	5,90	5,90	5,92	5,92	5,88	5,90
Schweine	1,86	1,89	1,89	1,88	1,90	1,89	1,90	1,91	1,90	1,91
[kg ⁻¹ Platz ⁻¹ d ⁻¹]	2010 2011									
Milchkühe	17,09	17,23								
übrige Rinder	5,90	5,87								
Schweine	1,90	1,88								

Tabelle 149: Verdaulichkeit von organischer Substanz im Futter (4.B(a)s1)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	72,8	72,9	73,1	73,3	73,3	73,3	73,4	73,5	73,6	73,7
übrige Rinder	72,6	72,6	72,6	72,6	72,5	72,5	72,5	72,5	72,5	72,4
Schweine	85,2	85,1	85,1	85,1	85,1	85,1	85,1	85,1	85,1	85,2
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	73,8	73,9	74,0	74,1	74,1	74,2	74,2	74,3	74,2	74,3
übrige Rinder	72,5	72,5	72,5	72,5	72,5	72,5	72,6	72,6	72,6	72,6
Schweine	85,2	85,2	85,2	85,2	85,2	85,2	85,2	85,2	85,2	85,2
[%]	2010	2011								
Milchkühe	74,4	74,5								
übrige Rinder	72,6	72,6								
Schweine	85,2	85,2								

Tabelle 150: Aschegehalt des Futters

[kg kg ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	0,096	0,096	0,095	0,094	0,093	0,093	0,092	0,092	0,091	0,091
übrige Rinder	0,089	0,090	0,090	0,090	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091	0,092
Schweine	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057
[kg kg ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	0,091	0,090	0,090	0,089	0,089	0,089	0,088	0,088	0,088	0,088
übrige Rinder	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091
Schweine	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057
[kg kg ⁻¹]	2010	2011								
Milchkühe	0,088	0,087								
übrige Rinder	0,091	0,091								
Schweine	0,057	0,057								

Weitere Angaben zur Tierhaltung, z. B. zu Ausscheidungen (VS, N), finden sich in den nachfolgenden Kapiteln.

In keinem der verwendeten Tiermodelle geht die mittlere prozentuale Trächtigkeit ein. Sie wird der Vollständigkeit halber dennoch in CRF-Tabelle 4.A berichtet.

6.1.3.4 N-Ausscheidungen (CRF 4.B)

Bei Milchkühen, Färsen, Mastbullen, Schweinen, Legehennen, Junghennen, Masthähnchen und -hühnchen, Enten sowie Putenhähnen und Putenhennen werden die N-Ausscheidungen leistungsabhängig berechnet. Für die übrigen Tiere werden die N-Ausscheidungswerte der deutschen Fachliteratur entnommen (siehe RÖSEMANN et al., 2013).

Die leistungsabhängige Berechnung der N-Ausscheidung basiert auf einer genau den Energiebedarf deckenden Fütterung (siehe Kapitel 6.1.3.3). Anhand der aufgenommenen Futtermenge und des mittleren N-Gehaltes der Futtermischung wird die vom Tier aufgenommene N-Menge berechnet. Der mittlere N-Gehalt der Futtermischung wurde auf Konsistenz mit den nationalen Fütterungsempfehlungen geprüft. Aus der aufgenommenen N-Menge ergibt sich nach Abzug von wachstumsbedingter N-Retention, N-Abgabe über Produkte (Milch/Eier) sowie N-Verluste durch Trächtigkeit/Nachwuchs die N-Ausscheidung:

- Für die Tierkategorie Milchkühe werden die N-Ausscheidungen in Abhängigkeit von der Milchleistung, des Milcheiweiß-Gehaltes, des Milchfett-Gehaltes, des Gewichtes, der Gewichtszunahme und der Zahl der Geburten pro Jahr und der Zusammensetzung des Futters berechnet.
- Bei den Tierkategorien Färsen und Mastbullen werden die N-Ausscheidungen als Funktion von Gewichtszunahme, Endgewicht und Futtereigenschaften berechnet.

- Bei allen Unterkategorien der Schweine werden die N-Ausscheidungen aus der Tierleistung (bei Sauen: Zahl der Ferkel pro Jahr, bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen: Gewichtszunahme) sowie den Gewichten und der Futterzusammensetzung ermittelt.
- Bei Legehennen, Junghennen, Masthähnchen und -hühnchen, Enten, Putenhähnen und Putenhennen werden die Ausscheidungen als Funktion von Gewichtszunahme, Endgewicht und Futtereigenschaften berechnet. Bei den Legehennen wird zusätzlich die Legeleistung berücksichtigt.

Bei Tierkategorien mit Weidegang werden die pro Tierplatz und Jahr berechneten N-Ausscheidungen auf Weide und Stall aufgeteilt, da nur die Ausscheidungen im Stall in die Berechnung der N₂O-Emissionen unter 4.B einfließen. Diese Aufteilung erfolgt proportional zu den relativen Zeitanteilen, die auf die Haltung im Stall und auf der Weide entfallen.

Tabelle 151 zeigt die N-Ausscheidungen pro Tierplatz und Jahr für den vorliegenden NIR 2013 im Vergleich zu den entsprechenden Werten, die dem NIR 2012 zugrunde lagen. Für die nicht aufgeführten Tierarten ist die N-Ausscheidung zeitlich konstant und in NIR 2012 und NIR 2013 gleich: Ziegen (11,0 kg Platz⁻¹ a⁻¹), Esel und Maultiere (33,4 kg Platz⁻¹ a⁻¹) und Büffel (82,0 kg Platz⁻¹ a⁻¹). Die Abweichungen gegenüber dem NIR 2012 bei Milchkühen, übrigen Rindern, Schweinen und Geflügel sind bedingt durch Leistungsänderungen (siehe Kapitel 6.1.3.4).

Tabelle 151: Die für den NIR 2013 und NIR 2012 berechneten N-Ausscheidungen pro Tierplatz und Jahr (4.B(b))

[kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2013	97,4	99,2	102,6	104,7	102,1	103,0	104,2	104,6	106,2	107,2
Milchkühe 2012	95,1	98,4	101,8	103,9	101,3	102,2	103,4	103,8	105,4	106,4
übrige Rinder 2013	41,8	41,8	43,0	43,4	43,3	43,8	44,0	44,1	44,4	44,9
übrige Rinder 2012	40,3	41,3	42,6	43,1	42,9	43,4	43,7	43,7	44,0	44,3
Schweine 2013	11,8	12,0	12,2	12,2	12,3	12,4	12,5	12,5	12,6	12,4
Schweine 2012	11,8	12,0	12,2	12,2	12,3	12,4	12,5	12,5	12,6	12,5
Schafe 2013	7,7	7,6	7,6	7,8	7,7	7,7	7,8	7,7	7,7	7,9
Schafe 2012	7,7	7,6	7,6	7,8	7,7	7,7	7,8	7,7	7,7	7,9
Pferde 2013	48,4	48,4	48,5	48,4	48,4	48,3	48,3	48,6	49,0	49,4
Pferde 2012	48,4	48,4	48,5	48,4	48,4	48,3	48,3	48,6	49,0	49,4
Geflügel 2013	0,68	0,68	0,69	0,66	0,65	0,64	0,64	0,64	0,65	0,63
Geflügel 2012	0,68	0,68	0,69	0,66	0,65	0,64	0,64	0,64	0,65	0,63
[kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2013	108,5	110,6	110,6	111,6	111,9	113,2	113,8	115,0	112,9	114,0
Milchkühe 2012	107,7	109,8	109,8	110,7	111,1	112,4	113,0	114,2	112,4	113,7
übrige Rinder 2013	44,9	45,1	44,6	44,7	44,6	44,6	44,7	44,6	44,4	44,5
übrige Rinder 2012	44,5	44,5	44,2	44,2	44,2	44,2	44,3	44,5	44,2	44,3
Schweine 2013	12,4	12,6	12,6	12,5	12,6	12,4	12,4	12,3	12,2	12,1
Schweine 2012	12,4	12,6	12,6	12,5	12,5	12,4	12,4	12,3	12,2	12,1
Schafe 2013	7,8	7,8	7,8	7,9	7,8	7,8	7,8	7,7	7,7	7,8
Schafe 2012	7,8	7,8	7,8	7,9	7,8	7,8	7,8	7,7	7,7	7,8
Pferde 2013	49,2	49,0	49,1	49,1	49,1	49,1	49,0	49,0	49,0	49,0
Pferde 2012	49,2	49,0	49,1	49,1	49,1	49,1	49,0	49,0	49,0	49,0
Geflügel 2013	0,66	0,67	0,67	0,68	0,73	0,74	0,72	0,74	0,73	0,74
Geflügel 2012	0,66	0,67	0,66	0,68	0,73	0,74	0,72	0,74	0,73	0,73
[kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]	2010	2011								
Milchkühe 2013	115,3	116,6								
Milchkühe 2012	114,1									
übrige Rinder 2013	44,5	44,3								
übrige Rinder 2012	44,4									
Schweine 2013	11,9	11,7								
Schweine 2012	11,9									
Schafe 2013	8,2	8,4								
Schafe 2012	8,2									
Pferde 2013	49,0	49,0								
Pferde 2012	49,0									
Geflügel 2013	0,76	0,77								
Geflügel 2012	0,73									

Die für die drei verschiedenen Hauptkategorien von Haltungssystemen (güllebasiert, strohbasiert, Weide) berechneten Jahressummen an N-Ausscheidungen werden in Tabelle 152 bis Tabelle 154 aufgeführt.

Tabelle 152: Jahressummen der N-Ausscheidungen für güllebasierte Systeme (4.B(b))

[Gg a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	339,8	309,3	305,0	306,2	381,4	381,5	384,0	372,9	370,9	369,9
übrige Rinder	319,2	284,5	271,3	264,3	262,3	259,4	256,1	245,1	243,2	245,5
Schweine	250,5	211,1	218,3	217,6	225,1	219,1	226,4	230,2	250,9	243,8
Schafe	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Ziegen	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Pferde	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Esel/Maultiere	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Büffel ^a	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,00	0,01	0,01	0,01
Geflügel	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
[Gg a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	359,7	366,0	356,9	356,3	350,4	350,9	340,5	343,9	350,2	352,5
übrige Rinder	234,7	234,0	216,6	206,5	193,3	187,3	181,0	175,6	173,0	169,3
Schweine	240,5	244,5	250,2	251,0	245,6	254,2	250,9	257,3	252,0	254,5
Schafe	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Ziegen	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Pferde	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Esel/Maultiere	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Büffel	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07
Geflügel	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
[Gg a ⁻¹]	2010	2011								
Milchkühe	354,7	359,1								
übrige Rinder	162,9	157,0								
Schweine	243,4	244,9								
Schafe	NO	NO								
Ziegen	NO	NO								
Pferde	NO	NO								
Esel/Maultiere	NO	NO								
Büffel	0,08	0,09								
Geflügel	NO	NO								

^a Bis 1995 einschließlich gab es keine Büffel

Tabelle 153: Jahressummen der N-Ausscheidungen für strohbasierte Systeme (4.B(b))

[Gg a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	166,4	146,5	144,3	146,7	83,7	83,4	83,5	81,2	73,8	73,1
übrige Rinder	144,3	122,0	119,4	120,1	122,9	126,4	126,3	123,4	122,8	125,0
Schweine	62,8	55,6	56,8	54,0	35,1	33,8	34,3	34,9	32,8	31,8
Schafe	12,6	12,2	11,3	11,5	11,1	11,5	11,4	11,1	11,0	10,7
Ziegen	0,65	0,62	0,65	0,67	0,69	0,72	0,76	0,83	0,90	0,98
Pferde	18,9	19,7	20,5	21,7	23,0	24,0	25,0	22,9	20,8	18,7
Esel/Maultiere	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Büffel ^a	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,00	0,01	0,01	0,01
Geflügel	77,1	74,2	71,2	70,8	71,6	71,7	71,6	73,3	75,8	74,2
[Gg a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	72,4	74,0	73,2	73,3	73,0	73,9	72,4	73,6	75,1	76,2
übrige Rinder	129,0	134,7	130,4	130,7	129,2	131,4	132,9	135,4	141,2	145,1
Schweine	30,4	30,2	29,5	28,6	27,5	27,2	26,0	25,7	24,0	23,1
Schafe	10,7	10,8	10,6	10,6	10,5	10,3	9,9	9,8	9,4	9,1
Ziegen	1,01	1,16	1,16	1,16	1,16	1,23	1,30	1,30	1,37	1,59
Pferde	19,2	19,7	20,1	20,5	20,0	19,5	20,3	21,1	20,1	19,0
Esel/Maultiere	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Büffel	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07
Geflügel	79,8	82,2	81,6	84,3	89,2	89,2	89,0	94,3	93,5	95,2
[Gg a ⁻¹]	2010	2011								
Milchkühe	77,0	77,9								
übrige Rinder	146,8	141,6								
Schweine	21,4	21,0								
Schafe	8,4	6,9								
Ziegen	1,08	1,08								
Pferde	18,0	18,0								
Esel/Maultiere	0,23	0,23								
Büffel	0,08	0,09								
Geflügel	98,3	102,1								

^a Bis 1995 einschließlich gab es keine Büffel

Tabelle 154: Jahressummen der N-Ausscheidungen bei Weidegang (4.B(b))

[Gg a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	113,0	103,4	101,5	102,4	74,4	74,5	74,8	72,5	69,3	68,7
übrige Rinder	84,9	74,7	75,1	75,9	77,5	81,2	82,3	81,0	82,8	83,9
Schweine	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Schafe	12,7	12,4	11,6	11,7	11,2	11,6	11,6	11,2	11,1	10,8
Ziegen	0,34	0,32	0,34	0,35	0,36	0,38	0,40	0,43	0,47	0,51
Pferde	4,9	5,1	5,3	5,6	5,9	6,2	6,5	5,9	5,4	4,8
Esel/Maultiere	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Büffel ^a	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,00	0,00	0,01
Geflügel	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
[Gg a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	64,5	63,9	60,3	58,9	56,5	55,1	51,9	50,9	51,1	50,8
übrige Rinder	84,2	84,8	79,6	76,9	75,0	74,1	73,4	73,3	74,3	74,6
Schweine	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Schafe	10,7	10,9	10,6	10,8	10,7	10,4	10,0	9,9	9,4	9,2
Ziegen	0,53	0,60	0,60	0,60	0,60	0,64	0,68	0,68	0,72	0,83
Pferde	5,0	5,1	5,2	5,3	5,2	5,0	5,3	5,5	5,2	4,9
Esel/Maultiere	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Büffel	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
Geflügel	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
[Gg a ⁻¹]	2010	2011								
Milchkühe	50,4	51,5								
übrige Rinder	74,0	71,1								
Schweine	NO	NO								
Schafe	8,8	7,1								
Ziegen	0,56	0,56								
Pferde	4,6	4,6								
Esel/Maultiere	0,06	0,06								
Büffel	0,03	0,04								
Geflügel	NO	NO								

^a Bis 1995 einschließlich gab es keine Büffel

6.1.3.5 VS-Ausscheidungen (CRF 4.B)

Die Berechnung der VS-Ausscheidungen erfolgt für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel ohne Gänse mit dem nationalen Verfahren von DÄMMGEN et al. (2011a):

Gleichung 5: Berechnung der VS-Ausscheidungen

$$VS_i = m_{\text{feed, DM, } i} \cdot (1 - X_{\text{DOM, } i}) \cdot (1 - x_{\text{ash, feed}})$$

VS_i	VS-Ausscheidung von Tierkategorie i (in kg Platz ⁻¹ d ⁻¹)
$m_{\text{feed, DM, } i}$	Trockenmasse-Aufnahme, Tierkategorie i (in kg Platz ⁻¹ d ⁻¹)
$X_{\text{DOM, } i}$	Verdaulichkeit organischer Substanz, Tierkategorie i (in kg kg ⁻¹)
$x_{\text{ash, } i}$	Aschegehalt des Futters, Tierkategorie i (in kg kg ⁻¹)

Für Schafe, Ziegen, Pferde, Esel und Maultiere, und Büffel werden IPCC-Defaultwerte für VS verwendet. Für Gänse wird keine VS-Ausscheidung benötigt, da sie nach der Tier-1-Methode gerechnet werden.

Die Eingangsdaten für die VS-Berechnung sind: Trockenmasse-Aufnahme, Verdaulichkeit organischer Substanz und Aschegehalt des Futters; für eine Übersicht für Milchkühe, übrige Rinder und Schweine siehe Kapitel 6.1.3.3.

Die mit nationalen Eingangsdaten berechneten VS-Ausscheidungen für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel ohne Gänse sind in Tabelle 155 dargestellt.

Die in Tabelle 155 gezeigten VS-Werte sind niedriger als die Defaultwerte von IPCC (1996b) für Milchkühe (5,1 kg d⁻¹ VS), übrige Rinder (2,7 kg d⁻¹ VS), Schweine (0,5 kg d⁻¹ VS) und Geflügel (0,1 kg d⁻¹ VS). Mit Ausnahme von Geflügel liegen die Defaultwerte von IPCC

(2006) auf dem Niveau der Werte aus IPCC (1996b). Für Geflügel gibt IPCC (2006) Werte zwischen 0,01 kg d⁻¹ VS für Hähnchen (Broiler) und 0,07 kg d⁻¹ VS für Puten an.

Tabelle 155: Tägliche VS-Ausscheidung für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel (ohne Gänse)(4.B(a)s1)

[kg Platz ⁻¹ d ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	3,48	3,49	3,58	3,63	3,63	3,65	3,69	3,70	3,75	3,77
Übrige Rinder	1,43	1,41	1,45	1,47	1,45	1,46	1,46	1,46	1,47	1,50
Schweine	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
Geflügel ohne Gänse	0,022	0,022	0,022	0,022	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
[kg Platz ⁻¹ d ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	3,81	3,86	3,87	3,90	3,90	3,93	3,94	3,97	3,94	3,96
Übrige Rinder	1,50	1,51	1,48	1,48	1,47	1,47	1,47	1,47	1,46	1,47
Schweine	0,26	0,26	0,27	0,26	0,27	0,26	0,27	0,27	0,27	0,27
Geflügel ohne Gänse	0,022	0,023	0,022	0,024	0,025	0,025	0,025	0,026	0,026	0,026
[kg Platz ⁻¹ d ⁻¹]	2010	2011								
Milchkühe	3,99	4,01								
Übrige Rinder	1,47	1,46								
Schweine	0,26	0,26								
Geflügel ohne Gänse	0,026	0,027								

Für alle übrigen Tiere wurden die VS-Default-Werte nach IPCC (2006), Tabellen 10A-6 und 10A-9, übernommen, siehe Tabelle 156. Die Werte entsprechen denen aus IPCC (1996b), S. 4.47, Table B-7, oder sind höher (bei Ziegen und Pferden). Die VS-Ausscheidungen der Kleinpferde und Ponys wurden analog zum Verhältnis des Energiebedarfs (s. Kapitel 6.2.2.2) aus denen für Großpferde abgeleitet:

Tabelle 156: Tägliche VS-Ausscheidung pro Tierplatz für Schafe, Ziegen, Pferde, Esel und Maultiere, Büffel und Geflügel (ohne Gänse) (4.B(a)s1)

[kg Platz ⁻¹ d ⁻¹]	VS
Schafe	0,40
Ziegen	0,30
Großpferde	2,13
Kleinpferde und Ponys	1,38
Esel und Maultiere	0,94
Büffel	3,90
Geflügel (ohne Gänse)	0,027

6.1.3.6 Haltungs-, Lager- und Ausbringungsverfahren sowie Weidezeiten (CRF 4.A, 4.B, 4.D)

6.1.3.6.1 Häufigkeitsverteilungen (CRF 4.A, 4.B, 4.D)

Das deutsche Inventar verwendet jährliche Häufigkeitsverteilungen von Haltungsformen (Anteile Weidehaltung/Stallhaltung; Anteile von Aufstallungsformen), Lagerungsformen und Wirtschaftsdünger-Ausbringungstechniken sowie Weidezeiten nach Tier-Unterkategorien. Auf Daten zu Güllevergärung und Gärrestelagerung als separates Lagerverfahren, das in der vorliegenden Submission 2013 erstmals bei der Emissionsberechnung berücksichtigt wird, wird in Kapitel 6.1.3.6.5 eingegangen.

Für die Jahre 1990 bis 1999 wurden die Häufigkeitsverteilungen zu Haltungs-, Lager- und Ausbringungsverfahren sowie die Weidezeiten mit Hilfe des Agrarsektormodells RAUMIS

(Regionalisiertes Agrar- und UmweltInformationssystem für Deutschland) gewonnen⁷⁰. Datengrundlage für diese RAUMIS-Daten waren nationale Fachstatistiken auf sektoraler und Kreisebene, KTBL-Normdaten zur Beschreibung der Produktionsverfahren, Daten der landwirtschaftlichen Gesamtrechnung, Sonderauswertungen des Bundesministeriums für Landwirtschaft (Bestandsgrößen-Klassenverteilung), sowie Daten aus Befragungen. Bei fehlenden statistischen Datengrundlagen wurde Expertenwissen in die Modellformulierung einbezogen.

Nach 1999 konnten die vorgenannten RAUMIS-Daten nicht mehr aktualisiert werden. Aufgrund der Landwirtschaftszählung 2010 (LZ 2010), der Erhebung über landwirtschaftliche Produktionsmethoden sowie der Erhebung über Wirtschaftsdüngerausbringung im Kalenderjahr 2010 für die Emissionsberichterstattung stehen aktuelle Daten für das Jahr 2010 zur Verfügung. Die Lücke zwischen diesen Daten aus der LZ 2010 und den RAUMIS-Daten von 1999 wurde i. d. R. durch lineare Interpolation geschlossen. In einigen Fällen wurden die Daten der LZ 2010 im Inventar allerdings bereits ab 1990 verwendet, um vergleichsweise unsicherere RAUMIS-Daten oder Annahmen zu ersetzen. So wurden z. B. für Schafe in der Landwirtschaftszählung 2010 erstmals offizielle Daten zum Weidegang erhoben. Sie werden für die Jahre ab 1990 verwendet und ersetzen frühere Annahmen.

Zusätzlich wurden aufgrund von KTBL-Expertenurteilen folgende Festlegungen getroffen:

- Kälber wurden bis 2002 zu 50 % in Anbindehaltung auf planbefestigtem Boden mit Einstreu und 50 % auf Tiefstreu und ab 2003 wegen des Verbots der Anbindehaltung zu 100 % auf Tiefstreu gehalten.
- Bei Färsen werden alle strohbasierten Systeme als planbefestigter Boden mit Einstreu geführt, da dies in Deutschland am gebräuchlichsten ist.
- Bei Mutterkühen werden alle strohbasierten Systeme als Tiefstreu geführt, da dies in Deutschland am gebräuchlichsten ist.

Für die Verteilung der Haltungsformen bei Legehennen lagen für 2011 aktuelle Verteilungsdaten vor. Die Verteilung der Haltungsformen für alle anderen Tierkategorien wurde 2011 wie 2010 angenommen, da sich die Rahmenbedingungen der Tierhaltung von 2010 zu 2011 nicht wesentlich geändert haben.

Die dem deutschen Inventar zugrunde liegenden Verteilungen von Haltungs- Lager- und Ausbringungsverfahren sowie Angaben zum Weidegang sind in Tabelle 360, Tabelle 361 und Tabelle 362 im Anhangkapitel 19.4.1 wiedergegeben. Diese Tabellen berücksichtigen auch die in diesem Inventar erstmals implementierte anaerobe Vergärung von Gülle in Biogasanlagen, welche nach IPCC (2000) als separates Lagerverfahren behandelt wird, siehe Kapitel 6.1.3.6.5.

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die in den CRF-Tabellen zu berichtenden Häufigkeiten der verschiedenen Wirtschaftsdünger-Managementsysteme in % des insgesamt ausgeschiedenen N. Dabei wird berücksichtigt, dass es bis 1995 keine Büffel gab.

⁷⁰ RAUMIS wird am Institut für Ländliche Räume des von Thünen-Instituts (vTI; bis 2008: Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, FAL) betrieben. Für eine Einführung siehe WEINGARTEN (1995); eine detaillierte Beschreibung ist in HENRICHSMEYER et al. (1996) zu finden.

Tabelle 157: Relative Anteile güllebasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	54,9	55,3	55,4	55,2	70,8	70,8	70,9	70,9	72,3	72,4
übrige Rinder	58,2	59,1	58,2	57,4	56,7	55,5	55,1	54,5	54,2	54,0
Schweine	80,0	79,2	79,4	80,1	86,5	86,6	86,9	86,8	88,4	88,5
Schafe	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Ziegen	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Pferde	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Esel/Maultiere	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Büffel	NA	NA	NA	NA	NA	NA	42,0	42,0	42,0	42,0
Geflügel	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	72,5	72,7	72,9	73,0	73,1	73,2	73,3	73,5	73,5	73,5
übrige Rinder	52,4	51,6	50,8	49,9	48,6	47,7	46,7	45,7	44,5	43,5
Schweine	88,8	89,0	89,5	89,8	89,9	90,3	90,6	90,9	91,3	91,7
Schafe	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Ziegen	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Pferde	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Esel/Maultiere	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Büffel	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0
Geflügel	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
[%]	2010	2011								
Milchkühe	73,6	73,5								
übrige Rinder	42,5	42,5								
Schweine	91,9	92,1								
Schafe	NO	NO								
Ziegen	NO	NO								
Pferde	NO	NO								
Esel/Maultiere	NO	NO								
Büffel	42,0	42,0								
Geflügel	NO	NO								

Tabelle 158: Relative Anteile strohbasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	26,9	26,2	26,2	26,4	15,5	15,5	15,4	15,4	14,4	14,3
übrige Rinder	26,3	25,3	25,6	26,1	26,6	27,1	27,2	27,5	27,4	27,5
Schweine	20,0	20,8	20,6	19,9	13,5	13,4	13,1	13,2	11,6	11,5
Schafe	49,6	49,5	49,3	49,5	49,6	49,7	49,5	49,9	49,8	49,7
Ziegen	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8
Pferde	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5
Esel/Maultiere	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5
Büffel	NA	NA	NA	NA	NA	NA	42,0	42,0	42,0	42,0
Geflügel	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	14,6	14,7	14,9	15,0	15,2	15,4	15,6	15,7	15,8	15,9
übrige Rinder	28,8	29,7	30,6	31,6	32,5	33,4	34,3	35,2	36,3	37,3
Schweine	11,2	11,0	10,5	10,2	10,1	9,7	9,4	9,1	8,7	8,3
Schafe	49,9	49,7	49,9	49,6	49,7	49,6	49,8	49,7	49,9	49,9
Ziegen	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8
Pferde	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5
Esel/Maultiere	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5
Büffel	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0
Geflügel	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
[%]	2010	2011								
Milchkühe	16,0	15,9								
übrige Rinder	38,3	38,3								
Schweine	8,1	7,9								
Schafe	48,9	49,0								
Ziegen	65,8	65,8								
Pferde	79,5	79,5								
Esel/Maultiere	79,5	79,5								
Büffel	42,0	42,0								
Geflügel	100	100								

Tabelle 159: Weidegang: relative Haltungssystem-Anteile in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	18,3	18,5	18,4	18,5	13,8	13,8	13,8	13,8	13,5	13,4
übrige Rinder	15,5	15,5	16,1	16,5	16,8	17,4	17,7	18,0	18,5	18,5
Schweine	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Schafe	50,4	50,5	50,7	50,5	50,4	50,3	50,5	50,1	50,2	50,3
Ziegen	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2
Pferde	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
Esel/Maultiere	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
Büffel	NA	NA	NA	NA	NA	NA	16,0	16,0	16,0	16,0
Geflügel	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	13,0	12,7	12,3	12,1	11,8	11,5	11,2	10,9	10,7	10,6
übrige Rinder	18,8	18,7	18,7	18,6	18,9	18,9	19,0	19,1	19,1	19,2
Schweine	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Schafe	50,1	50,3	50,1	50,4	50,3	50,4	50,2	50,3	50,1	50,1
Ziegen	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2
Pferde	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
Esel/Maultiere	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
Büffel	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
Geflügel	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
[%]	2010	2011								
Milchkühe	10,4	10,5								
übrige Rinder	19,3	19,2								
Schweine	NO	NO								
Schafe	51,1	51,0								
Ziegen	34,2	34,2								
Pferde	20,5	20,5								
Esel/Maultiere	20,5	20,5								
Büffel	16,0	16,0								
Geflügel	NO	NO								

6.1.3.6.2 Einstreu bei Festmistsystemen (CRF 4.B)

Bei der Berechnung der Emissionen von N_2O und NO aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird die durch Einstreu ins System eingebrachte N-Menge berücksichtigt. Einstreu wird als Stroh mit einem N-Anteil an der Trockenmasse von 0,58 % berichtet. In Tabelle 360 (siehe Anhangkapitel 19.4.1) sind die vom Tierhaltungsverfahren abhängigen Einstreumengen in Frischmasse aufgeführt, wobei im Inventar ein Trockenmassegehalt von 86 % zugrunde gelegt wird. Tabelle 160 zeigt für Deutschland die daraus resultierenden Gesamt-N-Einträge durch Einstreu nach Jahren und Tierkategorien.

Bis auf die übrigen Rinder sind die Werte identisch mit denen, die im NIR 2012 berichtet wurden. Bei den übrigen Rindern ist gegenüber dem NIR 2012 ein leichter Anstieg zu verzeichnen, der auf die geänderte Zuordnung der Schlacht- und Mastkühe (siehe Kapitel 6.1.3.2) zurückzuführen ist. Dabei führt die Verlagerung der Schlacht- und Mastkühe von der Kategorie der Färsen zur Kategorie der Mutterkühe, die einen höheren Einstreubedarf haben (vgl. Tabelle 360 im Anhangkapitel 19.4.1), zu einer vermehrten Einstreumenge bei den übrigen Rindern insgesamt.

Tabelle 160: Jahressummen des N-Eintrags durch Einstreu in strohbasierten Systemen (4.B(b))

[Gg a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	17,2	14,7	13,9	13,8	7,8	7,7	7,6	7,4	6,6	6,5
übrige Rinder	20,3	17,1	16,8	16,9	17,6	18,1	18,0	17,6	17,6	18,0
Schweine	3,18	2,86	2,91	2,79	1,87	1,78	1,80	1,83	1,70	1,65
Schafe	0,92	0,89	0,83	0,84	0,81	0,84	0,83	0,82	0,81	0,78
Ziegen	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06
Pferde	6,46	6,73	7,00	7,43	7,87	8,22	8,57	7,84	7,12	6,40
Esel/Maultiere	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Büffel ^a	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,00	0,00	0,00	0,00
Geflügel	0,77	0,78	0,78	0,82	0,85	0,89	0,93	0,96	0,99	1,02
[Gg a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	7,2	7,1	7,0	6,9	6,7	6,7	6,5	6,5	6,7	6,7
übrige Rinder	18,5	19,1	18,4	18,2	17,9	18,1	18,1	18,3	19,0	19,3
Schweine	1,58	1,53	1,51	1,48	1,40	1,41	1,36	1,35	1,28	1,26
Schafe	0,78	0,79	0,78	0,78	0,77	0,75	0,72	0,72	0,69	0,67
Ziegen	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,11
Pferde	6,57	6,75	6,88	7,00	6,84	6,67	6,95	7,22	6,87	6,51
Esel/Maultiere	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Büffel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Geflügel	1,08	1,13	1,19	1,25	1,25	1,24	1,27	1,30	1,35	1,42
[Gg a ⁻¹]	2010	2011								
Milchkühe	6,7	6,7								
übrige Rinder	19,4	18,7								
Schweine	1,18	1,18								
Schafe	0,61	0,50								
Ziegen	0,07	0,07								
Pferde	6,15	6,15								
Esel/Maultiere	0,08	0,08								
Büffel	0,01	0,01								
Geflügel	1,48	1,53								

^a Bis 1995 einschließlich gab es keine Büffel**6.1.3.6.3 Maximale Methan-Bildungsrate B_0 (CRF 4.B)**

Die mit der Lagerung von Wirtschaftsdünger verbundene Methanbildung wird für die Emissionsberechnung (siehe Kapitel 6.3.2.2.1) durch zwei Parameter charakterisiert: die tierspezifische maximale Methan-Bildungsrate B_0 und den lagerspezifischen Methan-Umwandlungsfaktor MCF , der angibt, welcher Anteil der maximal möglichen Methanbildung in den verschiedenen Lagerungssystemen tatsächlich produziert wird.

Für die maximale Methan-Bildungsrate B_0 wird bei Rindern und Schweinen in dieser Submission erstmalig ein abgeleiteter nationaler Wert (DÄMMGEN et al., 2012a) verwendet. Für die übrigen Tiere werden IPCC-Default-Werte verwendet (IPCC, 2006: 10.77 ff). Die Werte entsprechen denen aus IPCC (1996b), S. 4.45 / Table B-5 und S. 4.47 / Table B-7, oder sind, mit Ausnahme der Pferde, höher. Pferde werden von IPCC (1996b) mit $0,33 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$ angegeben. Tabelle 185 zeigt die im Inventar verwendeten B_0 -Werte.

Tabelle 161: Maximale Methan-Bildungskapazität B_0

[m ³ kg ⁻¹]	B_0
Rinder	0,23
Schweine	0,30
Schafe	0,19
Ziegen	0,18
Pferde	0,30
Esel und Maultiere	0,33
Büffel	0,10

Für Junghennen wird konservativ der höchste B_0 -Wert angesetzt, der aus IPCC (2006), Table 10A-9, für Geflügel entnommen werden kann: $0,39 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$ (Legehennen). Dieser Wert

ist höher als der in IPCC (1996b), Table B-7, für Geflügel insgesamt angegebene Wert ($0,32 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$).

Tabelle 186 zeigt die Zeitreihe des deutschen B_0 -Mittelwertes für Geflügel. Der Wert wurde nach VS-Ausscheidungen der Geflügel-Unterkategorien gewichtet, wobei für Gänse konservativ der gleiche Wert wie für Legehennen gesetzt wurde, obwohl Gänse mit Tier 1-Methodik berechnet werden und in der Inventarberechnung kein B_0 für Gänse verwendet wird. Der B_0 -Mittelwert für Geflügel liegt durchgehend über dem von IPCC (1996b), Tabelle B-7, für Geflügel insgesamt angegebenen Wert von $0,32 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$.

Tabelle 162: Maximale Methan-Bildungskapazität B_0 für Geflügel (4.B(a)s1)

$[\text{m}^3 \text{ kg}^{-1}]$	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Geflügel	0,374	0,374	0,373	0,373	0,373	0,372	0,372	0,372	0,371	0,371
$[\text{m}^3 \text{ kg}^{-1}]$	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Geflügel	0,371	0,371	0,371	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,369	0,369
$[\text{m}^3 \text{ kg}^{-1}]$	2010	2011								
Geflügel	0,368	0,368								

6.1.3.6.4 Methan-Umwandlungsfaktoren MCF (CRF 4.B)

Zur Beschreibung der mit der Lagerung von Wirtschaftsdünger verbundenen Methanemission (siehe Kapitel 6.3.2.2.1) verwendet Deutschland neben der maximalen Methan-Bildungsrate B_0 die von DÄMMGEN et al. (2012a) abgeleiteten Methan-Umwandlungsfaktoren MCF .

Tabelle 163 zeigt für Rinder und die in Deutschland häufigsten Lagerungsverfahren die im Inventar verwendeten MCF -Werte, wobei die nach DÄMMGEN et al. (2012a) angenommenen Werte fettgedruckt sind. Sie entsprechen den Angaben in IPCC (2006)-10.44ff für eine Jahresmitteltemperatur von $\leq 10^\circ\text{C}$, die repräsentativ für Deutschland ist. Für „Tiefstreu“ und „Weide“ wird der IPCC (2000)-Defaultwert verwendet. Für „Flüssigmist mit fester Abdeckung“ (incl. Zeltstrukturen) und „Flüssigmist mit künstlicher Schwimmdecke“ wurde konservativ der MCF von „Flüssigmist ohne Schwimmdecke“ übernommen.

Tabelle 163: Im deutschen Inventar verwendete Methan-Umwandlungsfaktoren MCF für Rinder (4.B(a)s1). Fettgedruckte Werte nach DÄMMGEN et al. (2012a); weitere Details: siehe Text.

		$MCF [\text{m}^3 \text{ m}^{-3}]^a$
Flüssigmist	Außenlager ohne Abdeckung, keine Schwimmdecke	0,17
	feste Abdeckung	0,17
	natürliche Schwimmdecke	0,10
	Schwimmdecke aus Strohhäckseln	0,17
	schwimmende Abdeckfolie	0,17
	Lager unter Spaltenboden > 1 Monat	0,17
Festmist	Tiefstreu	0,17
	Festmistlager	0,02
Weide		0,01

^a IPCC gibt den MCF in Prozent (von B_0) an, weshalb im deutschen Inventar die Einheit $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ verwendet wird.

Methan-Umwandlungsfaktoren MCF für die Wirtschaftsdüngerlagerung in der Schweinehaltung werden analog zur Rinderhaltung mit nationalen MCF für die häufigsten Lagerungsverfahren (DÄMMGEN et al., 2012a) und konservativ verwendeten IPCC Default-Werten berechnet (Tabelle 164). Freilandhaltung von Schweinen („Weide“) wird im deutschen Inventar nicht berücksichtigt.

Tabelle 164: Im deutschen Inventar verwendete Methan-Umwandlungsfaktoren *MCF* für Schweine (4.B(a)s1). Fettgedruckte Werte nach DÄMMGEN et al. (2012a)

	<i>MCF</i> [$\text{m}^3 \text{m}^{-3}$]^a
Flüssigmist	Außenlager ohne Abdeckung, keine Schwimmdecke
	feste Abdeckung
	natürliche Schwimmdecke
	Schwimmdecke aus Strohhäckseln
	schwimmende Abdeckfolie
	Lager unter Spaltenboden > 1 Monat
Festmist	Tiefstreu
	Festmistlager

^a IPCC gibt den *MCF* in Prozent (von B_0) an, weshalb im deutschen Inventar die Einheit $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ verwendet wird.

Die *MCF*-Werte für die Güllevergärung mit Gärrestelagerung bei Rindern und Schweinen (siehe Kapitel 6.1.3.6.5) sind in Tabelle 163 und Tabelle 164 nicht angegeben, da sie nicht konstant sind.

Für die Wirtschaftsdüngerlagerung der übrigen Tiere (Schafe, Ziegen, Büffel und Geflügel) wurden IPCC-Defaultwerte verwendet (siehe Tabelle 165), wobei aus Gründen der Konsistenz mit Rinder- und Schweine-*MCF*-Werten die Daten aus IPCC (2006)-10.44ff zum Einsatz kamen. Diese Werte sind temperaturabhängig, wobei in Deutschland Jahresmitteltemperaturen über 10°C nur in Regionen auftreten, in denen die Tierhaltung eine untergeordnete Rolle einnimmt (Rheintal, Ruhrgebiet).

Tabelle 165: Im deutschen Inventar verwendete Methan-Umwandlungsfaktoren *MCF* für Schafe, Ziegen und Büffel (4.B(a)s1)

<i>MCF</i> [$\text{m}^3 \text{m}^{-3}$]^a	≤10°C	11°C
Flüssigmist mit natürlicher Schwimmdecke	0,10	0,11
Festmistlager	0,02	0,02
Weide	0,01	0,01

^a IPCC gibt den *MCF* in Prozent (von B_0) an, weshalb im deutschen Inventar die Einheit $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ verwendet wird.

Generell sind die von Deutschland verwendeten *MCF*-Werte höher als die von IPCC (1996b) für kühles Klima angegebenen Werte ($0,1 \text{ m}^3 \text{kg}^{-3}$ für alle Verfahren außer Tiefstreu, Festmistlager und Weide; Festmistlager und Weide: $0,01 \text{ m}^3 \text{kg}^{-3}$; keine Angabe für Tiefstreu).

Für alle Geflügelkategorien in Deutschland wird der *MCF* nach IPCC (2006)-10.82 mit $0,015 \text{ m}^3 \text{m}^{-3}$ angesetzt. IPCC (1996b), Table B-7 (Geflügel allgemein) und IPCC 2006, Tabelle 10A-9 (Enten) geben einen geringeren *MCF* von $0,01 \text{ m}^3 \text{m}^{-3}$ an. Die Verwendung dieses Wertes für Enten erscheint allerdings nicht gerechtfertigt, da es nahezu unmöglich ist, die Einstreu in einem Entenstall hinreichend trocken zu halten. Der im Inventarmodell verwendete *MCF* ist damit für alle Geflügelkategorien höher als der IPCC-1996-Defaultwert.

Tabelle 166 zeigt die sich im Mittel über alle güllebasierten Systeme ergebenden *MCF*-Werte für Milchkühe, übrige Rinder und Schweine. Abweichend von der im deutschen Inventar verwendeten *MCF*-Einheit ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) erfolgt die Angabe in Tabelle 166 in Prozent, da dies auch die Einheit ist, die in den CRF-Tabellen verwendet wird. In diesen Mittelwerten sind bei Milchkühen und Schweinen auch die *MCF*-Werte für die Vergärung von Rinder- bzw. Schweinegülle in Biogasanlagen einschließlich der Lagerung der Gärreste (siehe Kapitel 6.1.3.6.5) enthalten.

Tabelle 166: Mittlere Methan-Umwandlungsfaktoren (MCF) für güllebasierte Systeme bei Milchkühen, übrigen Rindern und Schweinen (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	13,7	13,7	13,7	13,7	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3
übrige Rinder	13,0	13,1	13,0	13,0	12,5	12,5	12,6	12,6	12,6	12,5
Schweine	24,7	24,7	24,7	24,7	23,8	23,8	23,7	23,8	23,8	23,8
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	13,5	13,6	13,7	13,8	13,9	13,9	14,0	14,1	14,2	14,3
übrige Rinder	12,9	13,0	13,1	13,1	13,2	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6
Schweine	23,4	23,2	23,0	22,9	22,7	22,5	22,4	22,2	22,0	21,8
[%]	2010	2011								
Milchkühe	14,4	14,4								
übrige Rinder	13,6	13,6								
Schweine	21,7	21,7								

Tabelle 167 zeigt die sich im Mittel über alle strohbasierten Systeme ergebenden Methan-Umwandlungsfaktoren *MCF* für Milchkühe, übrige Rinder und Schweine. Der merkliche Anstieg bei den übrigen Rindern von 2002 zu 2003 ist eine Folge der Umstellung bei der Kälberhaltung, für die bis 2002 von 50 % Anbindehaltung auf planbefestigtem Boden mit Einstreu und 50 % Haltung auf Tiefstreu und ab 2003 wegen des Verbots der Anbindehaltung von 100 % Haltung auf Tiefstreu ausgegangen wird (Expertenurteil KTBL).

Tabelle 167: Mittlere Methan-Umwandlungsfaktoren (MCF) für strohbasierte Systeme bei Milchkühen, übrigen Rindern und Schweinen (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	2,0	2,0	2,0	2,0	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
übrige Rinder	5,5	5,4	5,6	5,6	6,1	6,0	5,9	5,9	6,0	6,1
Schweine	8,6	8,5	8,5	8,6	8,8	8,8	8,8	8,8	8,9	8,9
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0
übrige Rinder	6,5	6,7	6,9	7,5	7,5	7,6	7,6	7,6	7,7	7,7
Schweine	8,8	8,8	8,7	8,7	8,6	8,5	8,4	8,3	8,2	8,1
[%]	2010	2011								
Milchkühe	2,0	2,0								
übrige Rinder	7,7	7,6								
Schweine	7,9	8,0								

6.1.3.6.5 Güllevergärung und Gärreste-Management (CRF 4.B)

Für den NIR 2013 wurde im Inventarmodell GAS-EM erstmals die anaerobe Vergärung von Rinder- und Schweinegülle in Biogasanlagen und die Lagerung der Gärreste nach IPCC (2000) berücksichtigt. Die zugrunde liegenden Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren wurden durch KTBL (2012) bereitgestellt.

Da lediglich die Gesamtmengen an Rindergülle und an Schweinegülle bekannt waren, die in Biogasanlagen vergoren wurden, war eine Aufteilung auf die verschiedenen Rinder- und Schweinekatégorien nicht möglich. Daher wurde vereinfachend angenommen, dass die gesamte in die Vergärung gelangende Gülle jeweils aus der wichtigsten Tier-Unterkategorie stammt: Rindergülle wurde als Milchkuhgülle betrachtet, Schweinegülle als Mastschweinegülle. Tabelle 361 im Anhangkapitel 19.4.1 zeigt für Deutschland die Verhältnisse von Rinder- zu Milchkuhgülle und von Schweine- zu Mastschweinegülle in Volumenprozent. In einigen wenigen Fällen (Thüringen 2011 für Rindergülle, Mecklenburg-Vorpommern 2010 und 2011 sowie Brandenburg 2011 für Schweinegülle) überstieg die Güllemenge in Biogasanlagen die Güllemenge der Milchkühe bzw. Mastschweine, so dass der Biogastrend geringfügig

unterschätzt wird. Damit wird die Emissionsminderung durch anaerobe Vergärung anstelle der üblichen Güllelagerung ebenfalls leicht unterschätzt (siehe auch Kapitel 6.3.2.6).

Die relativen Anteile von Rindergülle und Schweinegülle in Biogasanlagen sind für 2010 auf nationaler Ebene als Anteil an der elektrischen Biogasanlagen-Gesamtleistung bekannt. Diese Anteile wurden proportional zur elektrischen Biogasanlagen-Gesamtleistung bis 1990 rück-extrapoliert. Tabelle 168 zeigt die den Berechnungen für den NIR 2013 zugrunde liegenden prozentualen Anteile der Vergärung von Rindergülle, Schweinegülle und der Summe aus Rinder- und Schweinegülle. Diese Daten wurden im Inventarmodell GAS-EM als prozentuale Anteile der ausgeschiedenen Mengen an N (siehe Kapitel 6.1.3.4) und VS (siehe Kapitel 6.1.3.5) interpretiert, die in die Güllevergärung gelangen.

Tabelle 168: Die dem NIR 2013 zugrunde liegenden Anteile der in Biogasanlagen vergorenen Gülle, getrennt nach Rinder- und Schweinegülle sowie für die Güllegesamtmenge (in %)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Rindergülle	0,003	0,008	0,012	0,016	0,017	0,043	0,073	0,097	0,226	0,261
Schweinegülle	0,005	0,012	0,016	0,022	0,027	0,068	0,112	0,139	0,299	0,341
Gülle insgesamt	0,003	0,009	0,013	0,018	0,020	0,049	0,083	0,108	0,247	0,283
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Rindergülle	0,441	0,639	0,959	1,17	1,59	3,18	5,09	7,66	9,21	11,7
Schweinegülle	0,553	0,786	1,130	1,29	1,72	3,79	5,26	7,62	9,23	11,2
Gülle insgesamt	0,472	0,680	1,009	1,21	1,63	3,36	5,14	7,65	9,21	11,5
[%]	2010	2011								
Rindergülle	14,6	17,7								
Schweinegülle	14,0	16,2								
Gülle insgesamt	14,4	17,3								

IPCC (2000) sieht Güllevergärung einschließlich Gärrestelagerung als einen eigenständigen Typ von Wirtschaftsdüngerlagerung mit einem effektiven Methanumwandlungsfaktor MCF an, der summarisch die Emissionen aus Vergärung und Lagerung im Verhältnis zur maximalen Methanbildungskapazität B_0 beschreibt. Die Berechnung dieses effektiven MCF als Funktion der Leckagerate des Fermenters, der potentiellen CH_4 -Restgasmenge (bezogen auf B_0) sowie des MCF des Gärrestelagers wird nachstehend beschrieben. Die Berechnung der N_2O -Emissionen erfolgt wie für die anderen Lagerformen, siehe Kapitel 6.3.4.2.1.

Der effektive MCF wird aus der Leckagerate des Fermenters, der sogenannten Restgasmenge und des MCF des Gärrestelagers berechnet. Die dazu verwendete Gleichung wurde aus IPCC, 2000, S. 4.36, Fußnote 1/ Formula 1 abgeleitet, siehe RÖSEMAN et al. (2013):

Gleichung 6: Berechnung des effektiven MCF für die Vergärung von Gülle in Biogasanlagen einschließlich der Lagerung der Gärreste

$$MCF_{\text{dig}} = (1 - \mu_{\text{offgas}}) \cdot L_{\text{prod}} + \mu_{\text{offgas}} \cdot MCF_{\text{res}}$$

mit

MCF_{dig}	effektiver MCF für die Kombination "Fermenter + Gärrestelager" (in $m^3 m^{-3}$)
μ_{offgas}	relative Restgasmenge bezogen auf B_0 (mit $0 \leq \mu_{\text{offgas}} \leq 1 m^3 m^{-3}$)
L_{prod}	relative Leckagerate des Fermenters, bezogen auf die im Fermenter produzierte CH_4 -Menge (mit $0 \leq L_{\text{prod}} \leq 1 m^3 m^{-3}$)
MCF_{res}	MCF für die Gärreste-Lagerung (in $m^3 m^{-3}$)

Aus der vorstehenden Gleichung wird deutlich, dass der effektive MCF ein gewichtetes Mittel aus der Leckagerate des Fermenters (L_{prod}) und des Gärrestelager- MCF ist, wobei die Wichtung durch die auf die beiden Produktionsorte „Fermenter“ und „Lager“ entfallenden

relativen Anteile der maximal möglichen Gesamt-CH₄-Produktion gebildet wird (ausgedrückt durch die relative potentielle Restgasmenge μ_{offgas}).

Die typische Leckagerate deutscher Fermenter (L_{prod}), bezogen auf die bei der Vergärung produzierte CH₄-Menge, wird nach KTBL (2012) mit 1 % bzw. 0,01 m³ m⁻³ angesetzt. Dieser Wert ist ein Konventionswert, der in den meisten Berechnungen zur Klimagasbilanz der Biogaserzeugung verwendet wird. Studien, die den 1%-Wert verwenden, sind z. B. BACHMEIER & GRONAUER (2007), BÖRJESSON & BERGLUND (2008), GÄRTNER et al. (2008) und ROTH et al. (2011).

Die typische potentielle CH₄-Restgasmenge μ_{offgas} , bezogen auf die maximale Methanbildungskapazität B_0 wurde wie folgt ermittelt: Zunächst wurde durch KTBL (2012) die auf die produzierte CH₄-Menge bezogene potentielle Restgasmenge $v_{\text{offgas}} = 4,8 \%$ (bzw. 0,048 m³ m⁻³) bereitgestellt. Dabei wurde beachtet, dass zwischen den Restgasmenen bei ca. 40° C Gärtemperatur (Potenzial) und denen bei ca. 20° C Gärtemperatur (praxisrelevante Restgasmenen) zu unterscheiden ist. Das im IPCC-Konzept benötigte μ_{offgas} ist der Wert bei ca. 40°C, während in der Praxis der Wert bei ca. 20° C erhoben wird. KTBL (2012) leitete v_{offgas} zunächst für 20 bis 22° C mit 2,0 % ab und nahm danach eine Umrechnung auf 37° C vor, die zu 4,8 % führte. Dieser Wert wurde mit der nachstehenden Formel (RÖSEMANN et al., 2013) in das für die Emissionsberechnungen verwendete $\mu_{\text{offgas}} = 4,6 \%$ (bzw. 0,046 m³ m⁻³) umgerechnet.

Gleichung 7: Berechnung der auf B_0 bezogenen potentiellen CH₄-Restgasmenge aus der auf die produzierte CH₄-Menge bezogenen CH₄-Restgasmenge

$$\mu_{\text{offgas}} = \frac{v_{\text{offgas}}}{1 + v_{\text{offgas}}}$$

mit

μ_{offgas} relative potentielle Restgasmenge bezogen auf B_0 (mit $0 \leq \mu_{\text{offgas}} \leq 1 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$)
 v_{offgas} relative potentielle Restgasmenge bezogen auf die produzierte CH₄-Menge (mit $0 \leq v_{\text{offgas}} \leq 1 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$)

Beim Gärrestelager wird gemäß IPCC (2000) zwischen gasdichter Lagerung ($MCF = 0$) und offener Lagerung (MCF wie bei offener Lagerung von unvergorener Gülle) unterschieden. Der relative Anteil gasdichter Lagerung an der gesamten Gärrestelagerung wurde durch KTBL (2012) auf Grundlage von Literaturwerten in Volumenprozent geschätzt, siehe Tabelle 169 und Tabelle 170. Diese Daten wurden für die Inventarberechnung als prozentuale Angaben bezogen auf die involvierten N-Mengen interpretiert.

Tabelle 169: Relative Anteile der Gärrestelagerung in gasdichten und nicht gasdichten Lagern für Rindergülle (in % der gesamten Rindergülle)

[% ¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
gasdicht	0,0	1,0	1,9	2,9	3,9	4,9	5,8	6,8	7,8	8,7
nicht gasdicht	100,0	99,0	98,1	97,1	96,1	95,1	94,2	93,2	92,2	91,3
[% ¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
gasdicht	9,7	10,7	11,7	13,2	14,8	16,3	21,8	27,2	32,7	38,1
nicht gasdicht	90,3	89,3	88,3	86,8	85,2	83,7	78,2	72,8	67,3	61,9
[%]	2010	2011								
gasdicht	43,5	49,0								
nicht gasdicht	56,5	51,0								

Tabelle 170: Relative Anteile der Gärrestlagerung in gasdichten und nicht gasdichten Lagern für Schweinegülle (in % der gesamten Schweinegülle)

[%] ¹	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
gasdicht	0,0	1,0	2,1	3,1	4,1	5,1	6,2	7,2	8,2	9,2
nicht gasdicht	100,0	99,0	97,9	96,9	95,9	94,9	93,8	92,8	91,8	90,8
[%] ¹	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
gasdicht	10,3	11,3	12,3	14,0	15,6	17,2	23,0	28,7	34,5	40,2
nicht gasdicht	89,7	88,7	87,7	86,0	84,4	82,8	77,0	71,3	65,5	59,8
[%]	2010	2011								
gasdicht	46,0	51,7								
nicht gasdicht	54,0	48,3								

Für den Fall gasdichter Lagerung liegt der effektive *MCF* in der Größenordnung von $0,01 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ und damit um eine Größenordnung niedriger als die *MCF*-Werte der übrigen Gülle-Lagerverfahren. Der effektive *MCF* für den Fall nicht gasdichter Lagerung ist um eine Größenordnung kleiner als der *MCF* für die offene Lagerung von unvergorener Gülle. Insgesamt führt die anaerobe Vergärung von Gülle in Biogasanlagen mit anschließender Gärrestlagerung zu einer Minderung der CH_4 -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management. Dabei hängt das Ausmaß der Minderung vom Anteil der Gülle, der vergoren wird, und von der relativen Häufigkeit gasdichter Gärrestlager ab.

Wegen des im Vergleich zu herkömmlicher Lagerung deutlich niedrigeren N_2O -Emissionsfaktors des Komplexes „Güllevergärung mit Gärrestlagerung“ (siehe 6.3.4.2.2) ergibt sich auch bei den N_2O -Emission eine Minderung durch die Güllevergärung in Biogasanlagen.

Die Ausbringung der Gärreste führt zwar nicht unmittelbar zu weiteren Treibhausgasemissionen, ist aber die Ursache für NH_3 -Emissionen, die auf dem Wege über die Deposition reaktiven Stickstoffs indirekte N_2O -Emissionen aus dem Boden auslösen (siehe Kapitel 6.5.2.1.2). Die Häufigkeitsverteilungen der unterschiedlichen Ausbringungsverfahren für Gärreste aus der Güllevergärung sowie die zugehörigen NH_3 -Emissionsfaktoren sind in Tabelle 362 im Anhangkapitel 19.4.1 aufgeführt. Zu weiteren Details siehe RÖSEMANN et al. (2013).

6.1.4 Aktivitätsdaten für N_2O -Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden

6.1.4.1.1 Den direkten N_2O -Emissionen zugrunde liegende N-Mengen (CRF 4.D)

Tabelle 171 gibt die aus verschiedenen Quellen in den Boden gelangende N-Menge an, die der Berechnung der direkten N_2O -Emissionen zugrunde gelegt werden.

Die aus der Mineraldüngeranwendung stammende N-Menge ergab sich aus der ausgebrachten Dünger-N-Menge durch Abzug der im Inventar berechneten N-Verluste durch NH_3 - und NO -Emissionen. Als ausgebrachte Dünger-N-Mengen werden die auf Bundesland-Ebene statistisch erfassten Verkaufsmengen verwendet.

Die aus der Wirtschaftsdüngerausbringung stammende N-Menge ergab sich aus den ausgeschiedenen N-Mengen ohne die N-Ausscheidungen beim Weidegang (siehe Kapitel 6.1.3.4) und der Anwendung des N-Fluss-Konzepts (Kapitel 6.1.2.4).

Die Berechnung direkter N_2O -Emissionen aus N-Ausscheidungen beim Weidegang erfolgt nach IPCC (1996b) proportional zur ausgeschiedenen N-Menge (siehe Kapitel 6.1.3.4).

Diese wurde als Produkt aus der Gesamt-N-Ausscheidung des Tieres und dem relativem Zeitanteil berechnet, den das Tier auf der Weide verbringt.

Die N-Mengen aus Klärschlämmen wurden für jedes Bundesland aus Aufstellungen des Umweltbundesamtes bzw. seit 2009 des Statistischen Bundesamtes entnommen. Der Wert für 2010 wurde dabei aktualisiert. Der fehlende Wert für 2011 wurde durch Fortschreibung des Wertes von 2010 geschätzt.

Die durch biologische N-Fixierung gebundene N-Menge wurde für jede Feldfrucht als Produkt der Anbaufläche und der spezifischen Fixierungsleistung ermittelt. Die Daten zu den Anbauflächen stellt das Statistische Bundesamt bereit, die Fixierungsraten stammen aus FAUSTZAHLEN (1993), S. 477, und von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LABER, 2005, S. 86).

Die durch Ernterückstände im Boden verbleibenden N-Mengen ergab sich aus den Anbauflächen, den Erträgen und den kulturspezifischen N-Gehalten. Daten zu Anbauflächen und Erträgen berichtet STATISTISCHES BUNDESAMT (Fachserie 3, Reihe 3). Die in den Rückständen enthaltenen relativen N-Gehalte werden der Düngeverordnung (DüV, 2007) sowie einer Aufstellung des Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ, 2007) entnommen. Die mit Stroh als Einstreu für die Tierhaltung von der Fläche entfernten N-Mengen werden abgezogen.

Änderungen der verfügbaren N-Mengen im Vergleich zum NIR 2012 werden in Kapitel 6.5.5 erläutert.

Tabelle 171: Den direkten N₂O-Emissionen zugrunde liegende N-Mengen (4.Ds1.1.1 bis 4.Ds1.1.4)

[Gg a ⁻¹ N]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Mineraldünger	2.089,3	1.943,3	1.863,1	1.744,9	1.552,9	1.720,8	1.702,7	1.689,9	1.718,2	1.827,7
Wirtschaftsdünger	897,4	796,0	785,2	783,7	800,6	798,4	804,4	789,0	792,5	787,2
Weidegang	216,0	196,0	193,9	196,1	169,5	173,9	175,7	171,1	169,2	168,8
Klärschlämme	27,4	27,4	26,2	26,2	26,2	35,3	35,3	34,1	31,6	31,5
N-Fixierung, Leguminosen	140,4	102,8	87,0	91,6	93,2	95,6	98,9	106,8	115,6	107,7
Ernterückstände	840,3	801,6	727,0	801,4	739,4	784,5	813,4	855,2	857,5	867,3
[Gg a ⁻¹ N]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Mineraldünger	1.935,9	1.768,3	1.713,9	1.710,8	1.747,6	1.704,1	1.705,6	1.525,9	1.728,8	1.467,3
Wirtschaftsdünger	778,8	793,1	776,4	771,6	757,0	762,3	749,9	760,9	764,6	770,6
Weidegang	165,0	165,4	156,4	152,6	148,1	145,4	141,3	140,3	140,8	140,4
Klärschlämme	33,0	29,9	28,2	29,3	28,3	27,4	27,0	27,8	27,7	27,9
N-Fixierung, Leguminosen	95,6	102,3	97,5	95,5	91,7	94,7	92,7	83,2	76,4	78,3
Ernterückstände	851,3	881,3	828,4	728,2	932,9	890,5	828,5	890,4	956,4	999,6
[Gg a ⁻¹ N]	2010	2011								
Mineraldünger	1.499,3	1.701,6								
Wirtschaftsdünger	764,5	764,3								
Weidegang	138,4	135,0								
Klärschlämme	28,4	28,4								
N-Fixierung, Leguminosen	77,0	79,6								
Ernterückstände	905,2	969,2								

6.1.4.1.2 Flächen organischer Böden (CRF 4.D)

Die Flächen der organischen Böden, siehe Tabelle 172, wurden durch den LULUCF-Sektor (Kapitel 7) bereitgestellt, wobei die Werte gegenüber dem NIR 2012 aktualisiert wurden. Die Flächen der organischen Böden setzen sich zusammen aus den entsprechenden Flächen des LULUCF-Ackerlands und Grünlands im engeren Sinne („grassland“ ohne „woody grassland“), vermindert um die Gesamtfläche des nicht gedrähten Grünlands (16.786 ha) auf organischen Böden.

Tabelle 172: Der direkten N₂O-Berechnung zugrunde liegenden Flächen der bewirtschafteten organischen Böden in NIR 2013 und NIR 2012 (4.Ds1.1.5)

[1000 ha]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
org. Böden 2013	1.235,4	1.236,1	1.236,8	1.237,4	1.238,1	1.238,8	1.239,4	1.240,1	1.240,8	1.241,4
org. Böden 2012	1.235,4	1.236,1	1.236,8	1.237,4	1.238,1	1.238,8	1.239,4	1.240,1	1.240,8	1.241,4
[1000 ha]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
org. Böden 2013	1.242,1	1.240,8	1.239,4	1.238,1	1.236,7	1.235,3	1.234,2	1.233,0	1.231,9	1.230,6
org. Böden 2012	1.242,1	1.240,8	1.239,4	1.238,1	1.236,7	1.235,3	1.234,2	1.233,0	1.231,9	1.231,0
[1000 ha]	2010	2011								
org. Böden 2013	1.229,3	1.228,0								
org. Böden 2012	1.230,1									

6.1.4.1.3 Deposition reaktiven Stickstoffs (CRF 4.D)

Die Deposition reaktiven Stickstoffs wird aus den im Inventar berechneten Summen der NH₃- und NO-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft abgeleitet. Die Summen dieser NH₃- und NO-Emissionen sind in Tabelle 173 wiedergegeben. Daraus ergibt sich durch Multiplikation mit 14/17 bei NH₃ und 14/30 bei NO die der N₂O-Berechnung zugrunde liegende Menge an reaktivem Stickstoff, siehe Tabelle 174.

Tabelle 173: Im Inventar berechnete Summen der NH₃- und NO-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft, die der Berechnung der depositionsbedingten indirekten N₂O-Emission zugrunde liegen

[Gg a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E _{NH3}	677,6	603,3	591,6	590,7	562,2	566,0	568,6	559,2	564,0	563,1
E _{NO}	90,5	82,8	80,2	77,1	71,6	76,1	75,8	74,8	75,6	78,4
[Gg a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
E _{NH3}	558,2	568,3	555,2	551,3	544,1	537,3	532,2	532,9	533,8	542,9
E _{NO}	80,8	77,0	74,8	74,4	74,8	73,5	73,1	68,7	74,1	67,6
[Gg a ⁻¹]	2010	2011								
E _{NH3}	517,0	529,0								
E _{NO}	67,8	73,3								

Tabelle 174: N₂O aus Deposition: Der Berechnung zugrunde liegender reaktiver Stickstoff N_{reac} (4.Ds1.3.1)

[Gg a ⁻¹ N]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
N _{reac}	600,3	535,5	524,6	522,5	496,4	501,7	503,6	495,5	499,8	500,3
[Gg a ⁻¹ N]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
N _{reac}	497,4	503,9	492,1	488,7	483,0	476,8	472,4	470,9	474,2	478,6
[Gg a ⁻¹ N]	2010	2011								
N _{reac}	457,4	469,8								

Änderungen der verfügbaren N-Mengen im Vergleich zum NIR 2012 werden in Kapitel 6.5.5 erläutert.

6.1.4.1.4 Auswaschung und Oberflächenabfluss (CRF 4.D)

Die im Boden verfügbare N-Menge ergibt sich aus der Summe folgender Teil-Aktivitätsgrößen:

- Stickstoff aus Mineraldünger- und Wirtschaftsdüngerausbringung sowie Weidegang, bestehend aus den ausgebrachten bzw. ausgeschiedenen N-Mengen, vermindert um N-Verluste durch direkte N₂O-Emissionen sowie NH₃-, NO- und N₂-Emissionen;
- Stickstoff aus der Klärschlammausbringung, bestehend aus der ausgebrachten N-Menge, vermindert um N-Verluste durch direkte N₂O-Emissionen (es werden keine NH₃-, NO- und N₂-Emissionen berechnet.);

- Stickstoff aus der biologischen N-Fixierung, vermindert um N-Verluste durch direkte N₂O-Emissionen sowie NH₃- und N₂-Emissionen (zur fixierten N-Menge siehe Kapitel 6.1.4.1.1);
- Bei den Ernterückständen ergibt sich die Teil-Aktivitätsgröße aus den N-Gehalten (zur Berechnung dieser N-Mengen siehe Kapitel 6.1.4.1.1), vermindert um N-Verluste durch direkte N₂O-Emissionen sowie N₂-Emissionen (es werden keine NH₃-Emissionen berechnet).

Zur Berechnung der NH₃- und NO-Emissionen sowie der direkten N₂O-Emissionen siehe Kapitel 6.5.2.1.1; die N₂-Emissionen werden mit dem gleichen Verfahren wie die direkten N₂O-Emissionen berechnet, wobei - außer für Weidegang - anstelle des N₂O-N-Emissionsfaktors (0,125 kg kg⁻¹ N) der N₂-Emissionsfaktor 0,1 kg kg⁻¹ N eingesetzt wird. Bei Weidegang wird anstelle des N₂O-N-Emissionsfaktor 0,02 kg kg⁻¹ N der N₂-Emissionsfaktor 0,14 kg kg⁻¹ N eingesetzt. Zu den N₂-Emissionsfaktoren siehe RÖSEMANN et al. (2013).

Durch Multiplikation mit $Frac_{LEACH} = 0,3$ (siehe Kapitel 6.5.2.2.2) wird aus der verfügbaren N-Menge die ausgewaschene N-Menge (incl. Oberflächenabfluss) berechnet, siehe Tabelle 175.

Tabelle 175: Ausgewaschene N-Menge (incl. Oberflächenabfluss) (4.Ds1.3.2)

[Gg a ⁻¹ N]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
N _{leach}	1.118,0	1.026,9	977,8	967,5	898,2	958,7	964,5	968,7	978,8	1.007,0
[Gg a ⁻¹ N]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
N _{leach}	1.025,6	993,7	956,8	926,8	984,8	963,1	942,0	911,1	982,0	926,0
[Gg a ⁻¹ N]	2010	2011								
N _{leach}	907,0	977,7								

Änderungen der verfügbaren N-Mengen im Vergleich zum NIR 2012 werden in Kapitel 6.5.5 erläutert.

6.1.5 Gesamtunsicherheit aller Emissionen des Sektors 4

Parallel zu den Emissionsberechnungen wurde eine Berechnung der Gesamtunsicherheit aller Emissionen des Sektors 4 vorgenommen, siehe Tabelle 176. Grundlage war das in IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management (IPCC, 2000) „Quantifying Uncertainties in Practice“ beschriebene Tier-1-Verfahren. Dieses Verfahren beruht auf der durchgängigen Anwendung der Gaußschen Fehlerrechnung. Dabei bleibt per Konvention unberücksichtigt, dass diese Fehlerrechnung Normalverteilung voraussetzt, eine Forderung, die von einigen der eingehenden Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren nicht erfüllt wird oder nicht geprüft werden kann. Überdies ist die Gaußsche Fehlerrechnung darauf ausgelegt, mit Standardfehlern zu arbeiten. Im Gegensatz dazu verlangt das in IPCC (2000) „Quantifying Uncertainties in Practice“ beschriebene Tier-1-Verfahren (s. S. 6.14 im Absatz zu den Spalten E und F) die Eingabe des halben 95 %-Konfidenzintervalls, was etwa dem Zweifachen des Standardfehlers entspricht. Es lässt sich allerdings zeigen, dass die Rechenregeln der Gaußschen Fehlerrechnung (vgl. Gleichungen 6.3 und 6.4 in IPCC, 2000) auch für ein Vielfaches des Standardfehlers gelten.

Für asymmetrische Verteilungen schreibt IPCC (2000) „Quantifying Uncertainties in Practice“ (S. 6.14) vor, dass für das Tier-1-Verfahren von den beiden Intervallen [2,5 %-Perzentil; Mittelwert] und [Mittelwert; 97,5 %-Perzentil] das größere zu verwenden ist. Diese Forderung

wurde für Tabelle 176 umgesetzt. Details zur Tier-1-Unsicherheitenberechnung für das deutsche Inventar finden sich in RÖSEMANN et al. (2013).

Die Berechnung der Gesamtunsicherheit nach dem Tier-2-Verfahren, wie sie alle drei Jahre vom Umweltbundesamt durchgeführt wird, berücksichtigt dagegen beide Intervalle.

Tabelle 176 zeigt die mit dem Tier-1-Verfahren berechnete Gesamtunsicherheit aller Emissionen des Sektors 4 für das Jahr 2010 sowie die Unsicherheit des Gesamttrends seit 1990. Alle Emissionswerte sind in CO₂-Äquivalenten angegeben, wobei konventionsgemäß die Umrechnungsfaktoren (GWP) von 21 kg kg⁻¹ für CH₄ und 310 kg kg⁻¹ für N₂O zugrunde gelegt wurden.

Der besseren Übersichtlichkeit wegen erfolgt die Darstellung in Tabelle 176 unter Verwendung der Tiersammelkategorien „Übrige Rinder“, „Schweine“, „Geflügel“, für die bei Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren repräsentative Unsicherheiten angegeben sind. Diese leiten sich aus den entsprechenden Unsicherheiten der in den Sammelkategorien enthaltenen Tierunterkategorien ab. Die Ergebnisse in Tabelle 176 (Unsicherheit der Höhe des THG-Gesamtinventars von 74,0 % und Unsicherheit des Trends von 33,7 %) entsprechen der vollständigen Berechnung mit den in den Sammelkategorien enthaltenen Tierunterkategorien (siehe RÖSEMANN et al., 2013).

Deutlich zu erkennen ist, dass die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren in der Regel deutlich über denen der Aktivitätsdaten liegen, so dass sie die kombinierte Unsicherheit in Spalte „Combined uncertainty as % of total national emissions“ dominieren.

Wie der Spalte „Combined uncertainty as % of total national emissions“ ebenfalls zu entnehmen ist, wird die Gesamtunsicherheit aller Emissionen aus dem Sektor 4 überwiegend durch die Unsicherheiten der N₂O-Emissionen aus dem Bereich der landwirtschaftlich genutzten Böden, vor allem der indirekten Emissionen aus Auswaschung und Oberflächenabfluss, verursacht.

Der Anstieg der Unsicherheit der Emissionshöhe (74,0 %, gültig für 2011) gegenüber der entsprechenden Angabe im NIR 2012 (72,1 %, gültig für 2010) beruht im Wesentlichen auf der deutlichen Zunahme der Mineraldüngerausbringung von 2010 zu 2011, die sich insbesondere in einem deutlich sichtbaren Anstieg der Unsicherheit der Quellgruppe „indirekte N₂O-Emissionen aus Auswaschung und Oberflächenabfluss“ äußert (von 68,2 % auf 70,4 %). Unsicherheiten-Aktualisierungen bei den Geflügel-Tierzahlen sowie der auf der Weide anfallenden N-Menge fallen dagegen nicht ins Gewicht.

Auch beim Trend ist ein Anstieg in der Unsicherheit von NIR 2012 zum vorliegenden NIR 2013 zu verzeichnen (von 33,1 %, gültig für 2010, auf 33,7 %, gültig für 2011). Auch hier ist die Ursache zum ganz überwiegenden Anteil im Anstieg der Unsicherheit der Quellgruppe „indirekte N₂O-Emissionen aus Auswaschung und Oberflächenabfluss“ zu suchen, die wiederum als Folge der von 2010 zu 2011 zugenommenen Mineraldüngermengen angestiegen ist.

Tabelle 176: Gesamtunsicherheitsberechnung für die Emissionen des Sektors 4 (Tierhaltung und Nutzung landwirtschaftlicher Böden)

Source category	Gas	Base year emissions, in CO ₂ equivalents	Year 2011 emissions, in CO ₂ equivalents	Activity data uncertainty (half the 95 % confidence interval)	Emission factor uncertainty (half the 95 % confidence interval)	Combined uncertainty (half the 95 % confidence interval)	Combined uncertainty as % of total national emissions in year 2011	Type A sensitivity	Type B sensitivity	Uncertainty in trend in national emissions introduced by emission factor uncertainty	Uncertainty in trend in national emissions introduced by activity data uncertainty	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions
		(GWP _{CH₄} = 21, GWP _{N₂O} = 310)										
		Gg a-1	Gg a-1	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Enteric fermentation, dairy cows	CH4	16002,7	11677,4	4	40	40,2	6,7	0,01	0,13	0,51	0,75	0,91
Enteric fermentation, other cattle	CH4	12229,0	7996,3	4	40	40,2	4,6	0,02	0,09	0,81	0,51	0,96
Enteric fermentation, pigs	CH4	600,1	558,2	4	40	40,2	0,3	0,00	0,01	0,04	0,04	0,05
Enteric fermentation, sheep	CH4	548,7	278,9	10	60	60,8	0,2	0,00	0,00	0,11	0,04	0,12
Enteric fermentation, goats	CH4	9,5	15,7	20	60	63,2	0,0	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Enteric fermentation, horses	CH4	169,7	161,3	10	60	60,8	0,1	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03
Enteric fermentation, mules, asses	CH4	1,8	1,8	100	60	116,6	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Enteric fermentation, buffalo	CH4	0,0	3,1	10	60	60,8	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, dairy cows	CH4	2230,1	1771,9	4	40	40,2	1,0	0,00	0,02	0,01	0,11	0,11
Manure management, other cattle	CH4	2285,5	1452,3	4	40	40,2	0,8	0,00	0,02	0,17	0,09	0,19
Manure management, pigs	CH4	2063,4	1622,9	4	40	40,2	0,9	0,00	0,02	0,01	0,10	0,11
Manure management, sheep	CH4	18,7	9,5	10	60	60,8	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, goats	CH4	0,4	0,7	20	60	63,2	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, horses	CH4	26,3	25,0	10	40	41,2	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, mules, asses	CH4	0,2	0,2	100	40	107,7	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, buffalo	CH4	0,0	0,3	10	60	60,8	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, poultry	CH4	73,5	100,0	10	40	41,2	0,1	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02
Manure management, dairy cows	N2O	1621,3	967,9	4	100	100,1	1,4	0,00	0,01	0,37	0,06	0,38
Manure management, other cattle	N2O	1455,1	1099,7	4	100	100,1	1,6	0,00	0,01	0,07	0,07	0,10
Manure management, pigs	N2O	570,4	502,6	4	100	100,1	0,7	0,00	0,01	0,05	0,03	0,06
Manure management, sheep	N2O	85,4	46,6	10	300	300,2	0,2	0,00	0,00	0,07	0,01	0,07
Manure management, goats	N2O	4,4	7,3	20	300	300,7	0,0	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
Manure management, horses	N2O	142,8	135,9	10	300	300,2	0,6	0,00	0,00	0,07	0,02	0,08
Manure management, mules, asses	N2O	1,7	1,7	100	300	316,2	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, buffalo	N2O	0,0	0,8	10	100	100,5	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, poultry	N2O	37,6	49,8	10	100	100,5	0,1	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02

Source category	Gas	Base year emissions, in CO ₂ equivalents	Year 2011 emissions, in CO ₂ equivalents	Activity data uncertainty (half the 95 % confidence interval)	Emission factor uncertainty (half the 95 % confidence interval)	Combined uncertainty (half the 95 % confidence interval)	Combined uncertainty as % of total national emissions in year 2011	Type A sensitivity	Type B sensitivity	Uncertainty in trend in national emissions introduced by emission factor uncertainty	Uncertainty in trend in national emissions introduced by activity data uncertainty	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions
		(GWP _{CH4} = 21, GWP _{N2O} = 310)										
		Gg a-1	Gg a-1	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Soils, mineral fertilizers	N2O	12722,4	10361,6	1	80	80,0	11,8	0,00	0,12	0,17	0,17	0,24
Soils, application of manure	N2O	5464,6	4653,8	60	80	100,0	6,6	0,00	0,05	0,26	4,49	4,50
Soils, N fixing crops	N2O	855,1	484,9	50	80	94,3	0,7	0,00	0,01	0,18	0,39	0,43
Soils, crop residues	N2O	5116,8	5901,8	50	80	94,3	7,9	0,02	0,07	1,64	4,74	5,02
Soils, organic soils	N2O	4814,7	4785,8	1	200	200,0	13,6	0,01	0,05	2,12	0,08	2,13
Soils, grazing	N2O	2104,2	1315,4	20	200	201,0	3,8	0,00	0,01	0,84	0,42	0,94
Soils, indirect emissions (deposition)	N2O	2924,1	2288,7	50	100	111,8	3,6	0,00	0,03	0,06	1,84	1,84
Soils, indirect emissions (leaching, run-off)	N2O	13615,6	11907,0	170	380	416,3	70,4	0,01	0,14	4,38	32,54	32,84
Soils, sewage sludge emissions	N2O	166,9	173,1	20	80	82,5	0,2	0,00	0,00	0,04	0,06	0,07
Total		87962,6	70359,9									
Overall uncertainty (half the 95% confidence interval) (%)							74,0					33,7

6.1.6 Qualitätssicherung und -kontrolle

6.1.6.1 Qualitätsmanagement Emissionsinventare des Thünen-Instituts

Das Qualitätsmanagement der Emissionsinventarerstellung am Thünen-Institut wurde konform zu den IPCC-Richtlinien und dem QSE (Kapitel 1.6.1) entwickelt. Rahmenbedingungen und Durchführung des Qualitätsmanagements sind im Konzept (BMELV, 2012) und in der Ausführungsbestimmung des Konzepts (TI, 2012) ausführlich beschrieben. Erstmals kamen zusätzlich zu den QK-Checklisten des QSE TI-Checklisten zum Einsatz, die zahlreiche Kriterien der Zielerreichung enthalten und so eine detaillierte Qualitätskontrolle der Arbeitsschritte während der Emissionsinventarerstellung ermöglichen. Die Einhaltung der Kriterien wird jeweils bestätigt oder deren Nichteinhaltung begründet. Die TI-Checklisten sowie andere für die Qualitätskontrolle wichtige Dokumente werden in der Inventarbeschreibung abgelegt, die von der Nationalen Koordinierungsstelle archiviert wird.

6.1.6.2 Eingangsdaten, Berechnungsverfahren und Emissionsergebnisse

Bei Aktualisierungen und Neuberechnungen wurde konsequent das Vier-Augen-Prinzip angewandt. Die neu verwendeten nationalen Methoden und Daten für CH₄-Emissionen aus der Verdauung der Milchkühe und CH₄ aus Wirtschaftsdüngerlagerung beruhen auf peer-reviewten Artikeln (Dämmgen et al, 2012a; Dämmgen et al, 2012b). Diese enthalten den Nachweis, dass sie der Situation in Deutschland entsprechen. Der nationale N₂O-Emissionsfaktor für Festmistlagerung wurde von der KTBL-Arbeitsgruppe „Emissionsfaktoren Tierhaltung“ geprüft und freigegeben. Die Vorgehensweise zur Berücksichtigung der Güllevergärung wurde bei einem Biogas-Workshop im Umweltbundesamt (05.06.2012) abgestimmt; die Datengrundlagen stammen aus aktuellen nationalen Studien und Normdaten (KTBL, 2012).

Nach Abschluss der Berechnungen mit dem Inventarmodell GAS-EM wurde durch Vergleich mit den Vorjahresergebnissen und mit Hilfe von Plausibilitätschecks eine detaillierte Überprüfung der Eingangsdaten und der Ergebnisse der Emissionsberechnungen durchgeführt. Die Gründe für die dabei gefundenen Abweichungen wurden analysiert und zusammen mit einzelnen Änderungen in den Eingangsdaten dokumentiert. Eine ausführliche Liste der Änderungen in der Emissionsberechnung zwischen Submission 2012 und Submission 2013 findet sich in RÖSEMANN et al. (2013), Kapitel 2.2.2.

Nach Eingabe der Aktivitätsdaten und platzbezogenen Emissionsfaktoren (IEF) in die ZSE-Datenbank (Zentrales System Emissionen) wurde zur Kontrolle ein Abgleich der im ZSE berechneten Emissionen mit den Emissionsergebnissen durchgeführt, die mit dem Inventarmodell GAS-EM erstellt wurden.

6.1.6.3 Vergleiche mit den Vorjahresergebnissen

Zur Kontrolle der diesjährigen Emissionsberechnungen wurden im Rahmen der quellenspezifischen Rückrechnungen (s. Kapitel 6.2.5, 6.3.2 und 6.5.5) Vergleiche mit den Vorjahresergebnissen durchgeführt, siehe Kapitel 6.1.6.1.

6.1.6.4 Verifizierung

Die mit dem Inventarmodell GAS-EM berechneten nationalen Emissionsergebnisse können nicht mit anderen Daten aus Deutschland verglichen werden, da solche Daten nicht

vorliegen. Stattdessen wird ein Vergleich der effektiven Emissionsfaktoren (IEF) sowie anderer emissionsrelevanter Größen mit IPCC-Defaultwerten und entsprechenden Daten anderer Staaten durchgeführt. Hierauf wird im Folgenden in entsprechenden Unterkapiteln eingegangen.

6.1.6.5 Reviews und Reports

Im Juni 2007 wurde das deutsche Inventar im Rahmen des „Initial Review under the Kyoto Protocol and Annual 2006 Review under the Convention“ überprüft.

Im September 2009 erfolgte ein Centralized Review. Dessen wesentlichste Konsequenz war, dass die von Deutschland im Bereich Landwirtschaft umgesetzte Anwendung der neuen IPCC Guidelines 2006 in der Quellkategorie 4.D nicht akzeptiert wurde.

Diese Problematik war auch Gegenstand des In-Country-Review zur Submission 2010. Als Ergebnis des Reviews wurde die Resubmission 2010 vorgelegt. Die darin umgesetzten Veränderungen waren auch Grundlage für die Erstellung der nachfolgenden Submissionen.

Die Forderungen aus dem Centralized Review zu Submission 2011 (Begründung von nationalen Emissionsfaktoren für N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement; Korrektur der Überschätzung der N-Ausscheidung der Milchkühe; Aktualisierung von Stalltypenverteilung, Wirtschaftsdüngerlagerung und Wirtschaftsdüngerausbringungspraxis; Berücksichtigung der Biogasgewinnung aus Wirtschaftsdünger) wurden bis zum vorliegenden NIR 2013 umgesetzt.

Der ERT-Bericht des Centralized Review zu Submission 2012 war zum Zeitpunkt der Erstellung des NIR 2013 (September 2012) noch nicht fertiggestellt. (Außer einer Frage zu den Pflanzenkulturen, die im Inventar in den Bereichen der N-Fixierung und der Ernterückstände berücksichtigt werden, wurden durch das ERT während des Reviews keine weiteren Fragen zur Submission 2012 gestellt.)

6.2 Fermentation bei der Verdauung (4.A)

6.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.A)

CRF 4.A	Gas	HK	1990 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		2011 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Trend
Dairy Cattle (CRF 4.A.1)	CH ₄	L	-T2	16.002,7 (1,31%)	11.677,4 (1,26%)		-27,03%
Non-Dairy Cattle (CRF 4.A.1)	CH ₄	L	-T2	12.229,0 (1,00%)	7.996,3 (0,86%)		-34,61%
Other Animals (buffalo, sheep, goats, horses, swine, mules & asses) (CRF 4.A.2-9)	CH ₄	-	-	1.329,7 (0,11%)	1.019,0 (0,11%)		-23,37%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CH ₄	CS/D/Tier1/Tier 2	M/Q/AS/RS/NS	CS/D

Innerhalb der Quellgruppe *Fermentation bei der Verdauung* ist die Kategorie *Milchkühe* (4.A.1.a) die wichtigste Emissionsquelle. Sie stellt nach Emissionshöhe eine Hauptkategorie dar. Dies liegt u. a. an den hohen Tiergewichten, der hohen Leistung und damit verbunden

der hohen Gesamtenergie-Aufnahme. Die Kategorie der übrigen Rinder (4.A.1.b) ist eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe.

Mikrobielle Umsetzungen im Verdauungstrakt setzen CH_4 frei. Die je Tier und Zeiteinheit abgegebenen Mengen sind von der Tierart, der individuellen Leistung der Tiere und der Nahrungszusammensetzung abhängig.

Deutschland berichtet über die Emissionen von CH_4 aus der Fermentation bei der Verdauung von Milchkühen, übrigen Rindern (Kälbern, Färsen, Bullen, Mutterkühen und Zuchtbullen), Schweinen (Sauen incl. Saugferkel mit einem Gewicht bis 8 kg Tier^{-1} , Aufzuchtferkel, Mastschweine und Eber), Schafen, Ziegen, Pferden, Eseln und Maultieren sowie Büffeln.

Tabelle 180 in Kapitel 6.2.2.3 zeigt die gesamten CH_4 -Emissionen aus der Quellgruppe *Fermentation bei der Verdauung* als Zeitreihe. Der Trend der CH_4 -Emissionen wird bestimmt durch abnehmende Tierzahlen, v.a. der Rinder im Gesamtzeitraum und aller Tierkategorien Anfang der 1990er Jahre, und bessere Verdaulichkeit des Futters, teilweise kompensiert durch steigende GE-Aufnahme infolge von Anstiegen bei Milchleistung und Tiergewichten.

Der Anteil der CH_4 -Emissionen aus der Verdauung an der gesamten CH_4 -Emission aus der deutschen Landwirtschaft hat über die Jahre leicht abgenommen (1990: 81,5 %; 2011: 80,6 %). Insgesamt sind die CH_4 -Emissionen aus der Verdauung zwischen 1990 und 2011 um 30,0 % gefallen.

6.2.2 Methodische Aspekte (4.A)

6.2.2.1 Methodik

Die CH_4 -Emissionen aus der Verdauung der Milchkühe werden mit einem nationalen Verfahren berechnet (Tier 3), s. u. Für sonstige Rinder und Schweine erfolgt die Berechnung mit einem Tier-2-Verfahren (IPCC, 1996b, 4.15 ff; IPCC, 2006, 10.24 ff), s. u. Schafe, Ziegen, Pferde, Esel und Maultiere sowie Büffel werden mit dem Tier-1-Verfahren gerechnet, das Default-Emissionsfaktoren verwendet (siehe Kapitel 6.2.2.2).

Im nationalen Verfahren zur Berechnung der CH_4 -Emissionen aus der Verdauung bei Milchkühen (DÄMMGEN et al., 2012b) wird der Emissionsfaktor nach KIRCHGESSNER et al. (1994) als Funktion der Aufnahme von Rohfasern, N-freien Extrakten, Rohprotein und Fett berechnet:

Gleichung 8: Berechnung des CH_4 -Emissionsfaktors für Milchkühe (nationales Verfahren)

$$EF_{\text{CH}_4, \text{ent}} = a \cdot M_{\text{XFi}} + b \cdot M_{\text{NFE}} + c \cdot M_{\text{XP}} + d \cdot M_{\text{XF}} + e$$

mit

$EF_{\text{CH}_4, \text{ent}}$	Emissionsfaktor für CH_4 aus der Verdauung (in $\text{kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$)
a	Koeffizient ($a = 0,079 \text{ kg kg}^{-1}$)
M_{XFi}	Rohfaser-Aufnahme (in $\text{kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1}$)
b	Koeffizient ($b = 0,010 \text{ kg kg}^{-1}$)
M_{NFE}	Aufnahme von N-freien Extrakten (in $\text{kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1}$)
c	Koeffizient ($c = 0,026 \text{ kg kg}^{-1}$)
M_{XP}	Aufnahme an Rohprotein (in $\text{kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1}$)
d	Koeffizient ($d = -0,212 \text{ kg kg}^{-1}$)
M_{XF}	Aufnahme an Fett (in $\text{kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1}$)
e	Konstante ($e = 365 \cdot 0,063 \text{ kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1}$)

Die Aufnahme von Rohfasern, N-freien Extrakten, Rohprotein und Fett ergibt sich aus den Kennwerten der Futterzusammensetzung und der Menge des aufgenommenen Futters (siehe Kapitel 6.1.3.3).

Daraus wird mit Hilfe der Gesamtenergie-Aufnahme (siehe Kapitel 6.1.3.3) der Methanumwandlungsfaktor berechnet:

$$x_{\text{CH}_4, \text{GE}} = \frac{\eta_{\text{CH}_4} \cdot EF_{\text{CH}_4, \text{ent}}}{GE}$$

mit

$x_{\text{CH}_4, \text{GE}}$	Methan-Umwandlungsfaktor für Milchkühe (in MJ MJ ⁻¹)
η_{CH_4}	Energiegehalt von Methan ($\eta_{\text{CH}_4} = 55.65 \text{ MJ (kg CH}_4\text{)}^{-1}$)
$EF_{\text{CH}_4, \text{ent}}$	Emissionsfaktor für CH ₄ aus der Verdauung (in kg Platz ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
GE	Gesamtenergie-Aufnahme (in MJ Platz ⁻¹ a ⁻¹ GE)

Während der Methanumwandlungsfaktors für Milchkühe von 0,071 MJ MJ⁻¹ im Jahr 1990 auf 0,063 MJ MJ⁻¹ im Jahr 2011 sank, stieg der Emissionsfaktor als Folge des ständigen Leistungsanstiegs von 119,9 kg CH₄ pro Tierplatz und Jahr für 1990 auf 132,7 kg CH₄ pro Tierplatz und Jahr für 2011 (siehe Kapitel 6.2.2.2).

Das für die übrigen Rinder und Schweine verwendete Tier-2-Verfahren berechnet den Emissionsfaktor aus der Gesamtenergie-Aufnahme (siehe Kapitel 6.1.3.3) und dem Methan-Umwandlungsfaktor nach folgender Formel:

Gleichung 9: Berechnung des CH₄-Emissionsfaktors (Tier-2-Verfahren, IPCC (1996b))

$$EF_{\text{CH}_4, \text{ent}} = GE \cdot \frac{x_{\text{CH}_4, \text{GE}}}{\eta_{\text{CH}_4}}$$

mit

$EF_{\text{CH}_4, \text{ent}}$	Emissionsfaktor für CH ₄ aus der Verdauung (in kg Platz ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
GE	Gesamtenergie-Aufnahme (in MJ Platz ⁻¹ a ⁻¹ GE)
$x_{\text{CH}_4, \text{GE}}$	Methan-Umwandlungsfaktor (in MJ MJ ⁻¹)
η_{CH_4}	Energiegehalt von Methan ($\eta_{\text{CH}_4} = 55.65 \text{ MJ (kg CH}_4\text{)}^{-1}$)

Für die übrigen Rinder weist der Methan-Umwandlungsfaktor aufgrund wechselnder Zusammensetzung der Gesamtpopulation von Jahr zu Jahr eine geringfügige Schwankung auf (Mittelwert: 0,0615 MJ MJ⁻¹; Minimum: 0,0614 MJ MJ⁻¹; Maximum: 0,0617 MJ MJ⁻¹). Dieser gemittelte Methan-Umwandlungsfaktor setzt sich wie folgt zusammen: Für Mutterkühe, Färsen, Mastbullen und männliche Rinder über 2 Jahre wird nach IPCC (2006), Tabelle 10.12, jeweils ein Methan-Umwandlungsfaktor von 0,065 MJ MJ⁻¹ verwendet. Dieser ist höher als der Standardwert 0,06 MJ MJ⁻¹ nach IPCC (1996b), repräsentiert aber besser die deutschen Verhältnisse bezüglich der Futterqualität.

Für Kälber wird dazu basierend auf einem nationalen Expertenurteil (Flachowsky, Institut für Tierernährung der früheren FAL, Braunschweig) ein Umwandlungsfaktor von 0,02 MJ MJ⁻¹ verwendet, da Kälber sich erst allmählich zu Wiederkäuern entwickeln, siehe z. B. KIRCHGEßNER (2008), S. 430 ff, und PENNSTATE COLLEGE OF AGRICULTURAL SCIENCES (2011). Weder IPCC (1996b) mit 0,06 MJ MJ⁻¹ noch IPCC (2006) mit 0 MJ MJ⁻¹ berücksichtigen die allmähliche Wiederkäuerentwicklung der Kälber.

Als Methan-Umwandlungsfaktor für Schweine wird der Standardwert nach IPCC (1996b), Tabelle A-4, verwendet: 0,006 MJ MJ⁻¹.

Zu den berechneten Emissionsfaktoren siehe Kapitel 6.2.2.2.

Eine ausführlichere Beschreibung der Berechnung von CH₄-Emissionen aus der Verdauung findet sich in RÖSEMANN et al. (2013).

6.2.2.2 Emissionsfaktoren (4.A)

Tabelle 177 zeigt die berechneten CH₄-Emissionsfaktoren für die Verdauung bei Milchkühen, übrigen Rindern und Schweinen.

Tabelle 177: CH₄-Emissionsfaktoren aus der Tierhaltung (Verdauung) (4.A.1.a)

[kg ⁻¹ Platz ⁻¹ a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	119,9	120,3	122,1	123,3	123,5	124,0	125,0	125,3	126,3	127,0
übrige Rinder	44,3	44,2	45,2	45,6	45,1	45,5	45,5	45,5	45,8	46,5
Schweine	1,08	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,15	1,16	1,15
[kg ⁻¹ Platz ⁻¹ a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	127,9	129,1	129,3	129,9	130,0	130,7	131,1	131,7	131,0	131,5
übrige Rinder	46,4	46,7	46,1	46,0	45,9	45,9	46,0	46,0	45,7	45,9
Schweine	1,16	1,17	1,18	1,17	1,18	1,17	1,18	1,19	1,18	1,19
[kg ⁻¹ Platz ⁻¹ a ⁻¹]	2010	2011								
Milchkühe	132,2	132,7								
übrige Rinder	45,9	45,7								
Schweine	1,18	1,17								

Aus Tabelle 178 gehen beispielhaft für 2011 die Emissionsfaktoren der Unterkategorien der übrigen Rinder hervor:

Tabelle 178: CH₄-Emissionsfaktoren (Verdauung) bei den übrigen Rindern für 2011 im Vergleich mit den Defaultwerten für West-Europa nach IPCC (1996b)-4.11, Table 4-4 und IPCC (2006)-10.29, Table 10.11

	[kg Platz ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]
Kälber	4,3
Färsen	40,5
Mastbullen	56,8
Mutterkühe	76,1
Zuchtbullen	85,3
übrige Rinder insgesamt	45,7
IPCC (1996)-Default	48
IPCC (2006)-Default	57

Tabelle 179 zeigt die verwendeten Emissionsfaktoren für Schafe, Ziegen, Großpferde, Kleinpferde und Ponys, Esel und Maultiere sowie Büffel. Für diese Tierkategorien wurden die Default-Emissionsfaktoren nach IPCC (1996b)-4.10, Table 4-3, eingesetzt. Für Kleinpferde wurde mit einem Emissionsfaktor gerechnet, der wie folgt geschätzt wurde: Nach DLG (2005), S. 54, beträgt der tägliche Bedarf an umsetzbarer Energie bei einem Kleinpferd oder Pony mit 57,5 MJ d⁻¹ rund 65 % des Wertes bei einem Großpferd (89 MJ d⁻¹). Dieser Prozentsatz wird auch für das Verhältnis der Emissionsfaktoren verwendet.

Tabelle 179: Im Inventar verwendete Emissionsfaktoren (Verdauung) für Schafe, Ziegen, Großpferde, Kleinpferde und Ponys, Esel und Maultiere sowie Büffel

Tierkategorie	EF [kg Platz ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]
Schafe	8
Ziegen	5
Großpferde	18
Kleinpferde, Ponys	12
Esel und Maultiere	10
Büffel	55

6.2.2.3 Emissionen (4.A)

Die berechneten CH₄-Emissionen aus der Verdauung für die gesamte deutsche Tierhaltung zeigt Tabelle 180.

Tabelle 180: CH₄-Emissionen E_{CH₄} aus der Tierhaltung (Verdauung) (4s1.A)

[Gg a ⁻¹ CH ₄]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E _{CH₄}	1.408	1.245	1.204	1.196	1.191	1.191	1.189	1.152	1.133	1.132
[Gg a ⁻¹ CH ₄]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
E _{CH₄}	1.103	1.113	1.070	1.052	1.023	1.015	991	990	1.009	1.009
[Gg a ⁻¹ CH ₄]	2010	2011								
E _{CH₄}	1.000	985								

Aus Tabelle 181 geht hervor, dass in Deutschland die CH₄-Emissionen aus der Fermentation bei der Verdauung fast vollständig der Rinderhaltung entstammen, wobei innerhalb der Gruppe der Rinder die Milchkühe die bedeutendste Quellgruppe darstellen. Die Beiträge der nicht aufgeführten Tiere sind sehr gering.

Tabelle 181: CH₄-Emissionen aus der Verdauung (4.A.1.a)

[Gg a ⁻¹ CH ₄]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	762	678	655	654	651	649	649	630	610	605
übrige Rinder	582	508	490	483	482	485	481	464	463	471
Schweine	29	24	25	25	24	23	24	24	26	26
Schafe	26	26	24	24	23	24	24	23	23	22
[Gg a ⁻¹ CH ₄]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	584	587	572	568	557	554	535	536	552	553
übrige Rinder	462	469	440	427	409	404	399	396	400	401
Schweine	25	26	26	26	26	27	26	27	27	27
Schafe	22	22	22	22	22	21	20	20	19	19
[Gg a ⁻¹ CH ₄]	2010	2011								
Milchkühe	553	556								
übrige Rinder	396	381								
Schweine	26	27								
Schafe	17	13								

Der zeitliche Verlauf der Emissionen seit 1990 spiegelt im Wesentlichen die überlagerten Effekte der Tierzahlentwicklung (starke Abnahme 1990/1991 und seither beständig abnehmend bei Rindern und Schafen; bei den Schweinen starke Abnahme 1990/1991, danach weiter abnehmend bis Mitte der 1990er Jahre und seither wieder leicht ansteigend) sowie die beständige Leistungszunahme (Milchleistung, Tiergewicht, Gewichtszunahmen). So führt z. B. die beständig steigende Milchleistung seit 2007 zu einem leichten Wiederanstieg der Gesamtemissionen aus der Milchviehhaltung, obwohl die Tierzahlen weiterhin sinken.

6.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.A)

Die Unsicherheiten im Bereich der Methan-Emissionen aus der Verdauung sind aus Tabelle 176 in Kapitel 6.1.5 (Gesamt-Unsicherheit des deutschen THG-Inventars) zu entnehmen.

Alle Emissionszeitreihen sind konsistent, da sie für alle Jahre des Berichtszeitraumes jeweils mit der gleichen Methode berechnet wurden, und die Eingangsdaten ebenfalls konsistent und vollständig lückengefüllt sind.

6.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.A)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Kapitel 6.1.6 vermittelt einen Überblick über die umgesetzten Maßnahmen zu QS/QK und Verifizierung.

Im Rahmen der Verifizierung erfolgte für das Jahr 2010 eine Gegenüberstellung der Daten aus der deutschen Milchkuh-Haltung mit IPCC-Defaultwerten sowie mit Daten benachbarter Staaten incl. des Vereinigten Königreiches (Tabelle 182 und Tabelle 183). Innerhalb der zehn Vergleichsländer hat Deutschland den zweithöchsten auf den Tierplatz bezogenen Emissionsfaktor (IEF, implied emission factor). Der Vergleich zeigt erwartungsgemäß einen guten linearen Zusammenhang zwischen IEF und GE-Aufnahme ($R^2=0,93$). Der Zusammenhang zwischen IEF und der die GE-Aufnahme neben dem Erhaltungsbedarf mitbeeinflussenden Milchleistung ist weniger eng ($R^2=0,62$). Dabei ist der deutsche IEF bezogen auf die Milchleistung überdurchschnittlich hoch und z.B. deutlich höher als der belgische Wert bei vergleichbarer Milchleistung. Der IEF zeigt keinen klaren Zusammenhang zum Tiergewicht. Der IEF aus Deutschland ist in der Höhe mit dem dänischen Wert vergleichbar, auch wenn Letzterer auf einer deutlich höheren GE-Aufnahme und einer höheren Milchleistung beruht. Die Abweichung des deutschen IEF von den IPCC-Defaultwerten kann durch die höhere Energieaufnahme aufgrund des höheren Gewichts und der höheren Milchleistung sowie durch den höheren Methanumwandlungsfaktor erklärt werden, den das nationale Verfahren zur Berechnung der CH_4 -Emissionen aus der Verdauung mit sich bringt. Insgesamt ist davon auszugehen, dass es auf europäischer Ebene noch erhebliche Unterschiede in der Modellierung der CH_4 -Emission aus der Verdauung der Milchkühe gibt.

Tabelle 182: Methan-Emissionen aus der Verdauung bei Milchkühen verschiedener Länder im Vergleich des resultierenden Emissionsfaktors (IEF) für 2010

	IEF _{CH₄} [kg Platz ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]	GE- Aufnahme [MJ Platz ⁻¹ d ⁻¹]	Milchleistung kg Platz ⁻¹ d ⁻¹	Tiergewicht [kg Tier ⁻¹]
Österreich	115,97	294,7	16,71	700
Belgien	126,03	321,0	19,65	600
Tschechische Republik	114,26	290,3	18,91	590
Dänemark	134,35	344,8	23,29	570
Frankreich	118,72	k. A.	17,62	k. A.
Deutschland	132,19	314,3	19,41	647
Niederlande	128,70	333,20	k. A.	k. A.
Polen	97,36	247,4	12,67	500
Schweiz	122,29	310,76	22,46	650
Vereinigtes Königreich	111,45	283,2	20,04	k. A.
IPCC(1996)-3-4.11, 4.31, 4.39 (Western Europe)	100	254,7	11,5	550
IPCC (2000)-4.13-4.20		Equation 4.1-4.11		
IPCC(2006)-10.15-10.21, 10.29, 10.72	109	Gleichung 10.3- 10.16	16,44 ^a	600

¹⁾ berechnet aus 6000 kg Platz⁻¹ a⁻¹

Quelle: Deutschland: Submission 2013; andere Länder: UNFCCC, 2012; k. A: keine Angabe

Der deutsche IEF für die übrigen Rinder liegt im mittleren Bereich der in Tabelle 183 angegebenen IEF-Werte, die eine erhebliche Streuung aufweisen. Eine große Streuung ist

auch bei den Werten für die GE-Aufnahme zu finden, wenn auch nicht in jedem Fall konsistent mit den IEF-Werten. So liegt die deutsche GE-Aufnahme trotz des im Mittelfeld befindlichen IEF eher im unteren Bereich. Bzgl. des Wertepaares IEF und GE-Aufnahme ist Deutschland gut mit Belgien vergleichbar, während Länder wie das Vereinigte Königreich oder die Tschechische Republik deutliche höhere GE-Aufnahmen aufweisen, ohne dass ihr IEF allzu weit von dem deutschen Wert entfernt ist. Wie auch Deutschland weisen die Schweiz und die Niederlande eine vergleichsweise geringe GE-Aufnahme auf, was sich bei diesen Ländern aber auch in einem merklich niedrigeren IEF niederschlägt. Aus diesen Befunden ist zu schließen, dass es auf europäischer Ebene noch erhebliche Unterschiede in der Modellierung der CH₄-Emission aus der Verdauung der übrigen Rinder bzw. deren Unterkategorien geben muss.

Bei den Schweinen (Tabelle 183) fällt auf, dass einige Länder mit dem Default-IEF von IPCC (1996b) rechnen (1,50 kg Platz⁻¹ a⁻¹ CH₄), der merklich höher ist als die Werte, die von denjenigen Ländern angegeben werden, die den IEF explizit berechnen. Vermutlich ist der Default-IEF von IPCC (1996b & 2006) nicht geeignet, die mitteleuropäische Situation für Schweine adäquat zu beschreiben. Das IEF-Minimum wird dabei von Frankreich berichtet, gefolgt von Dänemark, dessen gleichzeitig sehr hoher GE-Wert darauf schließen lässt, dass in Dänemark ein vergleichsweise niedriger Methan-Umwandlungsfaktor für die Verdauung bei Schweinen angesetzt wird.

Tabelle 183: Methan-Emissionen aus der Verdauung bei übrigen Rindern und Schweinen verschiedener Länder im Vergleich des resultierenden Emissionsfaktors (IEF) für 2010

	Übrige Rinder		Schweine	
	IEF _{CH₄} [kg Platz ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]	GE- Aufnahme [MJ Platz ⁻¹ d ⁻¹]	IEF _{CH₄} [kg Platz ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]	GE- Aufnahme [MJ Platz ⁻¹ d ⁻¹]
Österreich	56,21	142,83	1,50	38,00
Belgien	45,24	112,08	1,50	k. A.
Tschechische Republik	47,91	121,74	1,50	k. A.
Dänemark	39,82	130,27	1,05	40,27
Frankreich	50,28	k. A.	0,87	k. A.
Deutschland	45,85	109,36	1,18	30,00
Niederlande	35,73 ^a	90,56 ^a	1,50	k. A.
Polen	49,21	125,05	1,50	k. A.
Schweiz	39,28 ^a	103,11 ^a	1,34	34,04
Vereinigtes Königreich	43,25	128,45	1,50	k. A.
IPCC (1996)-3-4.10, 4.11, 4.39, 4.42 developed countries, Western Europe	48,00	135,10	1,50	38,00
IPCC (2000)-4.13-4.20		Equation 4.1-4.11		
IPCC (2006)-10.15- 10.21, 10.28, 10.29, Western Europe	57,00	Gleichung 10.3- 10.16	1,50	Gleichung 10.3- 10.16

^{a)} berechnet aus berichteten Originaldaten

Quelle: Deutschland: Submission 2013; andere Länder: UNFCCC, 2012; k. A.: keine Angabe

Im Zuge der Berichterstattung 2013 wurde durch nationale Experten die Prüfung der Verwendbarkeit experimenteller Eingangsdaten und daraus abgeleiteter Berechnungsmethoden für CH₄-Emissionen aus der Verdauung von Milchkühen und anderen Rindern angeregt (PIATKOWSKI & JENTSCH, 2012). Die Prüfung durch TI-AK belegte die Anwendbarkeit der aktuell angewendeten deutschen Methodik (HAENEL et al., 2012a).

6.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (4.A)

Im Vergleich zum NIR 2012 haben sich die folgenden Veränderungen ergeben (siehe Tabelle 184 bis Tabelle 186):

- Die Unterschiede in der GE-Aufnahme zwischen NIR 2012 und NIR 2013 sind eine Folge von Änderungen bei den Leistungsdaten (siehe Kapitel 6.1.3.3) und der Neuordnung der Mast- und Schlachtkühe zu den Mutterkühen statt zu den Färsen (siehe Kapitel 6.1.3.1).
- Die neue nationale Berechnungsmethode im Milchkuhmodell (siehe Kapitel 6.2.2.1) führt zu einem Methanumwandlungsfaktor, der höher als der für den NIR 2012 verwendete Wert ist, wobei der Unterschied für 1990 größer als für 2011 ist.
- Die Neuordnung der Mast- und Schlachtkühe zu den Mutterkühen statt zu den Färsen (siehe Kapitel 6.1.3.1) führt zu geringfügig höheren CH₄-Emissionen aus der Verdauung, da Mutterkühe einen höheren Energiebedarf haben. Dieser Effekt nimmt mit den Jahren ab und ist insgesamt gering, da der Anteil der Mast- und Schlachtkühe an den übrigen Rinderzahlen in der Größenordnung von 1 % liegt.
- Durch die vorstehend beschriebenen Änderungen hat sich die verdauungsbedingte Gesamt-Methanemission aus der deutschen Landwirtschaft gegenüber dem NIR 2012 um 3,6 % für das Jahr 2010 erhöht. Die gleichzeitige Erhöhung um 10,8 % für das Jahr 1990 führt dazu, dass der abnehmende Trend der Gesamtemissionen aus der Verdauung der deutschen landwirtschaftlichen Tierhaltung im NIR 2013 stärker ausgeprägt ist als im NIR 2012. Dabei liegt der Beitrag der Milchkühe merklich über dem Niveau der Submission 2012.

Tabelle 184: Vergleich der 2013 und 2012 berichteten mittleren täglichen GE-Aufnahme (4.A)

[MJ/Tier]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2013	259,9	261,9	271,0	276,0	275,7	278,6	282,3	284,2	288,6	291,9
Milchkühe 2012	257,1	262,0	271,0	276,1	275,7	278,7	282,4	284,2	288,6	291,8
Übrige Rinder 2013	105,8	104,7	107,8	108,7	107,6	108,4	108,5	108,4	109,1	110,7
Übrige Rinder 2012	102,4	103,8	107,2	108,0	106,8	107,6	108,2	107,9	108,3	109,2
Schweine 2013	27,4	27,9	28,3	28,4	28,7	28,9	29,2	29,2	29,6	29,3
Schweine 2012	27,4	27,9	28,3	28,4	28,7	28,9	29,2	29,2	29,6	29,3
[MJ/Tier]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2013	295,9	301,2	302,7	306,1	306,9	310,4	312,0	315,0	311,1	314,3
Milchkühe 2012	295,9	301,1	302,7	306,0	306,8	310,4	312,0	315,0	311,2	314,4
Übrige Rinder 2013	110,5	111,2	109,8	109,7	109,3	109,4	109,7	109,7	109,1	109,4
Übrige Rinder 2012	109,5	109,8	108,9	108,8	108,4	108,4	109,0	109,5	108,8	109,0
Schweine 2013	29,4	29,8	29,9	29,7	30,0	29,8	30,0	30,1	30,1	30,1
Schweine 2012	29,4	29,8	29,9	29,7	30,0	29,8	30,0	30,1	30,1	30,2
[MJ/Tier]	2010	2011								
Milchkühe 2013	317,7	320,5								
Milchkühe 2012	315,3									
Übrige Rinder 2013	109,4	109,0								
Übrige Rinder 2012	109,2									
Schweine 2013	30,0	29,7								
Schweine 2012	30,1									

Tabelle 185: Vergleich der 2013 und 2012 berichteten resultierenden CH₄-Emissionsfaktoren (Verdauung) (4.A)

[kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2013	119,9	120,3	122,1	123,3	123,5	124,0	125,0	125,3	126,3	127,0
Milchkühe 2012	101,2	103,6	106,7	108,6	108,5	109,7	111,1	111,8	113,6	114,8
Übrige Rinder 2013	44,3	44,2	45,2	45,6	45,1	45,5	45,5	45,5	45,8	46,5
Übrige Rinder 2012	42,9	43,8	45,0	45,3	44,8	45,1	45,4	45,3	45,5	45,8
Schweine 2013	1,08	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,15	1,16	1,15
Schweine 2012	1,08	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,15	1,16	1,15
[kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2013	127,9	129,1	129,3	129,9	130,0	130,7	131,1	131,7	131,0	131,5
Milchkühe 2012	116,4	118,5	119,1	120,4	120,8	122,2	122,8	124,0	122,5	123,7
Übrige Rinder 2013	46,4	46,7	46,1	46,0	45,9	45,9	46,0	46,0	45,7	45,9
Übrige Rinder 2012	46,0	46,1	45,7	45,6	45,5	45,5	45,7	46,0	45,6	45,7
Schweine 2013	1,16	1,17	1,18	1,17	1,18	1,17	1,18	1,19	1,18	1,19
Schweine 2012	1,16	1,17	1,18	1,17	1,18	1,17	1,18	1,19	1,18	1,19
[kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]	2010	2011								
Milchkühe 2013	132,2	132,7								
Milchkühe 2012	124,1									
Übrige Rinder 2013	45,9	45,7								
Übrige Rinder 2012	45,8									
Schweine 2013	1,18	1,17								
Schweine 2012	1,18									

Tabelle 186: Vergleich der 2013 und 2012 berichteten CH₄-Emissionen (Verdauung) (4.A)

[Gg a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Summe 2013	1408	1245	1204	1196	1191	1191	1189	1152	1133	1132
Summe 2012	1270	1147	1118	1115	1108	1113	1115	1082	1067	1067
Milchkühe 2013	762	678	655	654	651	649	649	630	610	605
Milchkühe 2012	643	584	572	576	572	574	577	562	549	547
übrige Rinder 2013	582	508	490	483	482	485	481	464	463	471
übrige Rinder 2012	564	504	487	480	479	481	479	462	460	464
Schweine 2013	28,6	24,5	25,2	24,9	23,9	23,2	23,9	24,4	26,2	25,5
Schweine 2012	28,6	24,5	25,2	24,9	23,9	23,2	23,9	24,4	26,2	25,5
übrige Tiere 2013	34,7	34,9	33,3	33,8	33,5	34,8	35,0	33,6	32,6	30,6
übrige Tiere 2012	34,7	34,9	33,3	33,8	33,5	34,8	35,0	33,6	32,6	30,6
[Gg a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Summe 2013	1103	1113	1070	1052	1023	1015	991	990	1009	1009
Summe 2012	1046	1059	1021	1007	980	975	954	958	972	975
Milchkühe 2013	584	587	572	568	557	554	535	536	552	553
Milchkühe 2012	532	539	527	526	518	518	501	505	517	520
übrige Rinder 2013	462	469	440	427	409	404	399	396	400	401
übrige Rinder 2012	458	463	437	423	405	400	396	396	399	400
Schweine 2013	25,2	25,5	26,0	26,1	25,7	26,7	26,5	27,3	26,8	27,3
Schweine 2012	25,2	25,5	26,0	26,1	25,7	26,7	26,5	27,2	27,0	27,0
übrige Tiere 2013	31,0	31,5	31,3	31,3	31,2	30,5	30,2	30,4	29,2	28,2
übrige Tiere 2012	31,0	31,5	31,3	31,3	31,2	30,5	30,2	30,4	29,2	28,2
[Gg a ⁻¹]	2010	2011								
Summe 2013	1000	985								
Summe 2012	966									
Milchkühe 2013	553	556								
Milchkühe 2012	519									
übrige Rinder 2013	396	381								
übrige Rinder 2012	395									
Schweine 2013	26,3	26,6								
Schweine 2012	26,0									
übrige Tiere 2013	25,4	21,9								
übrige Tiere 2012	25,4									

6.2.6 Geplante Verbesserungen (4.A)

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

6.3 Wirtschaftsdünger-Management (4.B)

6.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.B)

CRF 4.B	Gas	HK	1990 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		2011 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Trend	
Dairy Cattle (CRF 4.A.1)	CH ₄	-	-/T2	2.320,1	(0,18%)	1771,9	(0,19%)	-20,54%
Non-Dairy Cattle (CRF 4.A.1)	CH ₄	-	-	2.285,5	(0,19%)	1.452,3	(0,16%)	-36,45%
Dairy Cattle (CRF 4.B.1)	N ₂ O	-	-	1.621,3	(0,13%)	967,9	(0,10%)	-40,30%
Non-Dairy Cattle (CRF 4.B.1)	N ₂ O	-	-/T2	1.455,1	(0,12%)	1.099,7	(0,12%)	-24,42%
Other Animals (buffalo, sheep, goats, horses, poultry, mules & asses) (CRF 4.B.2-7;9)	CH ₄	-	-	119,1	(0,01%)	135,7	(0,01%)	13,96%
Other Animals (buffalo, sheep, goats, horses, mules & asses) (CRF 4.B.2-7)	N ₂ O	-	-	234,3	(0,02%)	192,3	(0,02%)	-17,91%
Swine (CRF 4.B.8)	CH ₄	-	-/T2	2.063,4	(0,17%)	1.622,9	(0,18%)	-21,35%
Swine (CRF 4.B.8)	N ₂ O	-	-	570,4	(0,05%)	502,6	(0,05%)	-11,88%
Poultry (CRF 4.B.9)	N ₂ O	-	-	37,6	(0,00%)	49,8	(0,01%)	32,44%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CH ₄	D/Tier 1/Tier 2	M/Q/AS/RS/NS	CS/D
N ₂ O	CS/Tier 1	M/Q/AS/RS/NS	CS
NO _x			CS

Die Quellgruppe *Wirtschaftsdünger-Management* ist eine Hauptkategorie nach der Tier-2-Analyse für CH₄ und N₂O aus Milchkühen sowie nur für CH₄ aus Schweinen.

Deutschland berichtet im Sektor 4.B über CH₄, N₂O und NO aus Wirtschaftsdünger-Management.

Die Treibhausgas-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management umfassen CH₄ und N₂O aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern im Stall und im Lager. CH₄ entsteht durch die Aktivität von methanogenen Bakterien bei der Zersetzung organischer Substanz in anaerober Umgebung. N₂O entsteht bei Nitrifikations- und Denitrifikationsprozessen während der Lagerung von Wirtschaftsdünger.

NO aus dem Wirtschaftsdünger-Management entsteht durch Nitrifikation in den Oberflächenschichten im Wirtschaftsdüngerlager.

Die Berechnung der CH₄-, N₂O- und NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management ist abhängig von der Tierkategorie, den Ausscheidungen der Tiere (welche wiederum eine Funktion der Tierleistung und der Ernährung sind), den in bestimmten Aufenthaltsbereichen (Weide, Stall) verbrachten Zeiten, sowie von Stalltyp, Stickstoffeintrag durch Stroheinsatz und Lagerungstyp.

Entsprechend den IPCC Guidelines werden VS-Beiträge aus Einstreumaterial nicht berücksichtigt. Dies führt nicht zu einer Unterschätzung der Emissionen, da ein

Festmistssystem umso trockener und damit emissionsärmer bzgl. CH₄ wird, je mehr VS mit der Einstreu eingetragen werden.

Die anaerobe Vergärung von Gülle in Biogas-Anlagen wird bei CH₄-, N₂O-, NO- und NH₃ erstmals berücksichtigt.

Im Jahr 2011 entfielen 19,4 % (1990: 18,5 %) der gesamten CH₄-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft auf CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management, die in den Jahren 1990 bis 2011 um 25,6 % abgenommen haben. Diese Abnahme ist zum Teil auf den Rückgang der Tierbestände 1990 bis 1992 infolge der deutschen Wiedervereinigung zurück zu führen. Ein weiterer Grund ist die Emissionseinsparung aufgrund der Güllevergärung. Teilkompensierend wirkt die Zunahme der VS-Ausscheidungen infolge eines Anstiegs der individuellen tierischen Leistung.

Der Anteil des Wirtschaftsdünger-Managements an den gesamten N₂O-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft betrug 2011 6,3 %, während er 1990 bei 7,6 % lag. Von 1990 bis 2011 nahmen die N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management um 28,2 % ab, was wie bei den CH₄-Emissionen im Wesentlichen auf eine Abnahme der Tierzahlen und Emissionseinsparungen infolge der Güllevergärung zurückzuführen ist, aber durch Zunahme der emissionsstärkeren Lagerverfahren teilweise kompensiert wird. Ein weiterer kompensierender Effekt ergibt sich aus der Leistungszunahme wegen der damit verbundenen Zunahme der N-Ausscheidungen.

6.3.2 *Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B, CH₄)*

6.3.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.B, CH₄)

Siehe Kapitel 6.3.1.

6.3.2.2 Methodische Aspekte (4.B, CH₄)

6.3.2.2.1 Methodik (4.B, CH₄)

Für alle Tierkategorien außer den Gänsen werden die die CH₄-Emissionen nach der Tier-2-Methode berechnet:

Gleichung 10: Berechnung der CH₄-Gesamtemission aus dem Wirtschaftsdünger-Management

$$E_{\text{CH}_4, \text{MM}} = \sum_{i, j, k} n_i \cdot EF_{i, j, k} = \sum_{i, j, k} n_i \cdot \alpha \cdot \rho_{\text{CH}_4} \cdot VS_i \cdot B_{o, i} \cdot MS_{i, j} \cdot MCF_{i, j, k}$$

$E_{\text{CH}_4, \text{MM}}$ Methan-Gesamtemission aus dem Wirtschaftsdünger-Management (in kg a⁻¹ CH₄)

n_i Anzahl der Tierplätze in Tierkategorie i (in Platz)

$EF_{i, j, k}$ Methan-Emissionsfaktor für Tierkategorie i in Wirtschaftsdünger-Management-System j und Klimaregion k (in kg Platz⁻¹ a⁻¹ CH₄)

α Faktor zur Umwandlung der Zeiteinheiten ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)

ρ_{CH_4} Dichte von Methan ($\rho_{\text{CH}_4} = 0,67 \text{ kg m}^{-3}$)

VS_i VS-Ausscheidung von Tierkategorie i (in kg Platz⁻¹ d⁻¹), siehe Kapitel

$B_{o, i}$ Maximale Methanproduktionskapazität von Tierkategorie i (in m³ kg⁻¹ CH₄)

$MS_{i, j}$ relativer Anteil der Anzahl der Haltungsplätze von Tierkategorie i, deren Exkremente in Wirtschaftsdünger-Management-System j anfallen (in Platz Platz⁻¹)

$MCF_{i,j,k}$ Methan-Umwandlungsfaktor für Wirtschaftsdünger-Management-System j und Klimaregion k (in $m^3 m^{-3}$)⁷¹

Für die Tierplatzzahlen n_i wird auf Kapitel 6.1.3.2.3 verwiesen. Die VS-Ausscheidungen werden in Kapitel 6.1.3.5 beschrieben. Zu den Häufigkeiten von Lagerverfahren für Fest- und Flüssigmist sowie der Weidedauer siehe Kapitel 6.1.3.6.1 und 19.4.1. Auf maximale Methan-Bildungsrate B_0 und Methan-Umwandlungsfaktoren MCF gehen die Kapitel 6.1.3.6.3 und 6.1.3.6.4 ein.

Für Gänse wird die Tier-1-Methode angewendet, die die CH_4 -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management mit Hilfe eines einheitlichen Standardwertes für den Emissionsfaktor $EF_{i,j,k}$ berechnet. Da für Gänse kein solcher bekannt ist, wird der Geflügel-Emissionsfaktor nach IPCC (1996b), Tabelle B-7 verwendet: 0,78 kg Platz-1 a-1 CH_4 .

6.3.2.2.2 Emissionsfaktoren (4.B, CH_4)

Tabelle 187 zeigt für die relevanten Tierkategorien Milchkühe, übrige Rinder und Schweine die auf den Tierplatz bezogenen mittleren Emissionsfaktoren für die CH_4 -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management. Der Effekt der Emissionsminderung durch Güllevergärung ist in den Emissionsfaktoren für Milchkühe und Schweine enthalten.

Tabelle 187: CH_4 -Emissionsfaktoren (IEF) für das Wirtschaftsdünger-Management (4.B(a)s1)

[kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	16,7	17,2	17,6	17,7	21,3	21,4	21,6	21,7	22,3	22,4
übrige Rinder	8,3	8,4	8,7	8,7	8,4	8,4	8,3	8,3	8,4	8,5
Schweine	3,7	3,8	3,8	3,9	4,0	4,0	4,1	4,1	4,2	4,1
[kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	22,6	23,0	23,2	23,4	23,5	23,3	22,9	22,4	22,0	21,5
übrige Rinder	8,5	8,6	8,4	8,6	8,5	8,5	8,5	8,5	8,4	8,4
Schweine	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0	3,9	3,8	3,7	3,7
[kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]	2010	2011								
Milchkühe	21,0	20,1								
übrige Rinder	8,3	8,3								
Schweine	3,5	3,4								

6.3.2.2.3 Emissionen (4.B, CH_4)

Tabelle 188 zeigt die Zeitreihe der berechneten CH_4 -Gesamtemissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management.

Tabelle 188: Gesamt- CH_4 -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4s1)

[Gg a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	318,96	283,24	280,66	278,25	291,92	289,34	291,04	285,85	291,60	290,20
[Gg a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	283,35	287,11	280,29	279,34	271,42	269,80	261,21	259,00	257,77	254,64
[Gg a ⁻¹]	2010	2011								
	244,18	237,28								

Tabelle 188 zeigt einen Rückgang der Emissionen zwischen 1990 und 1993 um ca. 40 Gg a⁻¹, gefolgt von relativ gleich bleibenden Werten, bis dann mit dem Jahr 2001 beginnend die Emissionen bis 2011 um weitere ca. 50 Gg a⁻¹ zurückgehen. Der Rückgang zu Beginn der 1990er Jahre ist auf den Rückgang der Tierbestände infolge der deutschen Wiedervereinigung zurück zu führen. Ein weiterer Grund ist die Emissionseinsparung

⁷¹ IPCC gibt den MCF in Prozent (von B_0) an, weshalb im deutschen Inventar die Einheit $m^3 m^{-3}$ verwendet wird.

aufgrund der Güllevergärung, die sich ab 2001 sichtbar auswirkt. Teilkompensierend wirkt die Zunahme der VS-Ausscheidungen infolge eines Anstiegs der individuellen tierischen Leistung.

Insgesamt ergibt sich zwischen 1990 und 2011 eine Abnahme um 25,6 %.

Wie aus dem Vergleich von Tabelle 188 und Tabelle 189 zu entnehmen ist, werden knapp zwei Drittel der Gesamtemission durch die Rinderhaltung verursacht, während die Schweinehaltung rund ein Drittel beiträgt. Der geringe Rest entfällt auf die übrigen Tierkategorien.

Tabelle 189: CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management für Milchkühe, übrigen Rinder und Schweine (4.s1.)

[Gg a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	106,2	96,8	94,3	94,1	112,2	112,0	112,3	108,9	107,6	106,9
übrige Rinder	108,8	96,9	94,3	92,5	89,6	89,4	88,0	84,8	84,4	86,3
Schweine	98,3	83,9	86,6	86,2	84,5	82,2	84,9	86,5	93,9	91,5
[Gg a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	103,3	104,7	102,5	102,3	100,5	98,5	93,4	91,4	92,9	90,6
übrige Rinder	84,8	86,1	80,6	79,6	75,7	74,8	73,5	73,0	73,4	73,3
Schweine	89,5	90,3	91,3	91,3	88,9	90,3	87,9	88,1	85,0	84,3
[Gg a ⁻¹]	2010	2011								
Milchkühe	87,7	84,4								
übrige Rinder	71,9	69,2								
Schweine	78,1	77,3								

Tabelle 190 zeigt die durch Güllevergärung eingesparten CH₄-Emissionen, wie sie mit dem Inventarmodell GAS-EM für Deutschland berechnet wurden, sowie dem sich daraus für Deutschland ergebenden Minderungseffekt bezogen auf die Emissionen, die sich für den Fall ohne Güllevergärung ergeben würden.

Tabelle 190: In Deutschland durch Güllevergärung eingesparte CH₄-Emissionen und der prozentuale Anteil dieser Minderung bezogen auf die sich ohne Güllevergärung ergebende CH₄-Gesamtemission aus dem Wirtschaftsdünger-Management aller im Inventar betrachteten Nutztiere

[Gg a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
aus Rindergülle	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,3	0,4
aus Schweinegülle	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3
insgesamt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	11,0	0,5
insgesamt in %	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,06	0,08	0,17	0,21
[Gg a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
aus Rindergülle	0,6	0,9	1,3	1,5	2,0	4,2	6,4	9,6	11,6	14,7
aus Schweinegülle	0,4	0,6	0,9	1,0	1,3	3,1	4,3	6,4	7,7	9,6
insgesamt	1,0	1,5	2,1	2,5	3,3	7,3	10,8	16,0	19,2	24,3
insgesamt in %	0,35	0,50	0,75	0,89	1,2	2,6	4,0	5,8	6,9	8,7
[Gg a ⁻¹]	2010	2011								
aus Rindergülle	18,4	22,5								
aus Schweinegülle	11,7	13,7								
insgesamt	30,1	36,2								
insgesamt in %	11,0	13,2								

6.3.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.B, CH₄)

Hinsichtlich der Unsicherheiten im Bereich der Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird auf Tabelle 176 in Kapitel 6.1.5 (Gesamt-Unsicherheit des deutschen THG-Inventars) verwiesen.

Alle Emissionszeitreihen sind konsistent, da sie für alle Jahre des Berichtszeitraumes jeweils mit derselben Methode berechnet wurden und die Eingangsdaten ebenfalls konsistent und vollständig sind.

6.3.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.B, CH₄)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Kapitel 6.1.6 vermittelt einen Überblick über die umgesetzten Maßnahmen zu QS/QK und Verifizierung.

Im Rahmen der Verifizierung wurden die für 2010 erhaltenen Ergebnisse mit denen benachbarter Staaten sowie des Vereinigten Königreiches von 2010 (Submission 2012 für 2010, UNFCCC 2012) verglichen.

Deutschland liegt bzgl. des CH₄-IEF aus dem Milchkuh-Wirtschaftsdünger-Management eher im unteren Bereich. Die VS-Ausscheidung liegt ebenfalls am unteren Ende (vergleichbar mit Belgien). Höhere CH₄-IEFs haben Frankreich, die Niederlande, Dänemark, Vereinigtes Königreich und die Schweiz, während Tschechische Republik, Polen und Österreich erheblich unter dem Niveau von Deutschland liegen. Allerdings sind die Werte des CH₄-IEF der europäischen Länder nur bedingt miteinander vergleichbar, da sie aus sehr unterschiedlichen VS-Ausscheidungen, Häufigkeiten von Flüssigmistsystemen und Methan-Umwandlungsfaktoren *MCF* entstanden sind. Beim deutschen IEF ist zu berücksichtigen, dass er deshalb so niedrig ausfällt, weil die gesamte Rindergülle, die vergoren wurde, als Milchkuh-Gülle gewertet wurde, und damit die mit der Vergärung einhergehenden CH₄-Minderungen auch allein den Milchkühen zugute kamen.

Bei den übrigen Rindern (s. Tabelle 192) liegen die deutschen Emissionsfaktoren im mittleren Bereich der Werte aus den Nachbarstaaten.

Bei den Schweinen (s. Tabelle 193) liegt der deutsche IEF im unteren Bereich, wobei auffällt, dass diejenigen Länder, die die VS-Ausscheidungen berechnen (wie z. B. Deutschland), damit Ausscheidungswerte erhalten, die merklich unter dem Defaultwert von IPCC (1996b) liegen. Diese niedrigeren Ausscheidungswerte korrelieren mit der Höhe der IEF-Werte.

Die bei allen Tieren besonders hohen französischen Emissionsfaktoren beruhen auf gleichzeitig hohen VS-Ausscheidungen und *MCF*-Werten, deren Wirkung durch die etwas geringere Häufigkeit an Flüssigmistsystemen nicht kompensiert wird.

Beim Geflügel (s. Tabelle 194) liegt der deutsche IEF auf dem Niveau der Ergebnisse aus Belgien, Dänemark und den Niederlanden. Der IEF-Defaultwert von IPCC (1996b) wird deutlich unterschritten; der Defaultwertebereich von IPCC (2006) beschreibt die Situation in Mitteleuropa besser. Die deutschen VS-Ausscheidungen werden für nahezu alle Geflügelkategorien auf Grundlage nationaler Eingangsdaten berechnet; der daraus abgeleitete VS-Mittelwert für Geflügel liegt am unteren Ende des Defaultwertebereiches von IPCC (2006) und damit deutlich unter dem IPCC-1996-Defaultwert für VS.

Tabelle 191: CH₄-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Milchkühen verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (*IEF*) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter für das Jahr 2010

	<i>IEF</i> _{CH₄} [kg Platz ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]	VS- Ausscheidungen [kg Platz ⁻¹ d ⁻¹]	Häufigkeit von Flüssigmist- systemen [%]	mittlerer <i>MCF</i> für Flüssigmist- systeme [%]
Österreich	9,00	4,25	31,95	8,71
Belgien	16,66	3,96	11,67	19,00
Tschechische Republik	14,00	k. A.	27,00	k. A.
Dänemark	33,23	6,23	87,43	0,10
Frankreich ^a	43,15	5,10	25,66	45,00
Deutschland	20,98	3,99	73,57	14,35
Niederlande	42,58	4,56	90,38	17,00
Polen	13,76	4,59	10,79	39,00
Schweiz	25,84	6,20	67,80	10,00
Vereinigtes Königreich	26,88	0,01	30,60	39,00
IPCC (1996)-3-4.13, 4.43, Western Europe, cool region	14	5,1	40	10
IPCC (2000)-4.36				39,00
IPCC (2006)-10.38, 10.77, Western Europe, cool region	21 bis 23 ^b	5,1	35,7	17 bis 19 ^b

^a Frankreich: Nur gemäßigte Zone, Häufigkeit von Flüssigmistssystemen aus Originaldaten berechnet

^b Bereich für in Deutschland vorkommende Systeme und/oder Temperaturen

Quelle: Deutschland: Submission 2013; andere Länder: UNFCCC, 2012; k. A.: keine Angabe

Tabelle 192: CH₄-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei übrigen Rindern verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (*IEF*) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter für das Jahr 2010

	<i>IEF</i> _{CH₄} [kg Platz ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]	VS- Ausscheidungen [kg Platz ⁻¹ d ⁻¹]	Häufigkeit von Flüssigmist- systemen [%]	mittlerer <i>MCF</i> für Flüssigmist- systeme [%]
Österreich	4,13	1,95	22,90	8,44
Belgien	2,61	1,35	4,01	19,00
Tschechische Republik	6,00	k. A.	52,00	k. A.
Dänemark	9,49	2,76	29,95	0,10
Frankreich ^a	14,64	2,70	24,79	45,00
Deutschland	8,33	1,47	42,46	13,63
Niederlande	7,49 ^b	1,15 ^b	74,57 ^b	15,97 ^b
Polen	2,56	2,17	48,35	39,00
Schweiz	5,09 ^b	2,03 ^b	46,75 ^b	10,00 ^b
Vereinigtes Königreich	4,15	0,01	6,00	39,00
IPCC (1996)-3-4.13, 4.43, Western Europe, cool region	6	2,7	50	10
IPCC (2000)-4.36				39,00
IPCC (2006)-10.38, 10.77, Western Europe, cool region	6 bis 7 ^c	2,6	25,2	17 bis 19 ^c

^a Frankreich: Nur gemäßigte Zone, Häufigkeit von Flüssigmistssystemen aus Originaldaten berechnet

^b Bereich für in Deutschland vorkommende Systeme und/oder Temperaturen

Quelle: Deutschland: Submission 2013; andere Länder: UNFCCC, 2012; k. A.: keine Angabe

Tabelle 193: CH₄-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Schweinen verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (*IEF*) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter für das Jahr 2010

	<i>IEF</i> _{CH₄} [kg Platz ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]	VS- Ausscheidungen [kg Platz ⁻¹ d ⁻¹]	Häufigkeit von Flüssigmist- systemen [%]	mittlerer <i>MCF</i> für Flüssigmist- systeme [%]
Österreich	1,18	0,27	80,58	3,39
Belgien	9,69	0,49	6,20	19,00
Tschechische Republik	3,00	k. A.	76,00	k. A.
Dänemark	2,20	0,20	96,64	0,10
Frankreich ^a	15,17	0,50	92,99	45,00
Deutschland	3,51	0,26	91,91	21,65
Niederlande	4,13	0,22	100,00	0,39
Polen	5,97	0,50	2,59	39,00
Schweiz	5,43	0,50	98,61	10,00
Vereinigtes Königreich	5,50	0,50	24,27	k. A.
IPCC (1996)-3-4.13, 4.42, 4.46, Western Europe, cool region	3	0,5	“pit>1month”:73%	10
IPCC (2000)-4.36				39,00
IPCC (2006)-10.80, 10.81, Western Europe, cool region	Sau, Eber: 9 bis 10 ^b Übrige: 6	Sau, Eber: 0,46 Übrige: 0,30	“pit>1month”: 70%	17 bis 19 ^b

^a Frankreich: Nur gemäßigte Zone, Häufigkeit von Flüssigmistssystemen aus Originaldaten berechnet

^b Bereich für in Deutschland vorkommende Systeme und/oder Temperaturen

Quelle: Deutschland: Submission 2013; andere Länder: UNFCCC, 2012; k. A.: keine Angabe

Tabelle 194: CH₄-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Geflügel verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (*IEF*) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter für das Jahr 2010

	<i>IEF</i> _{CH₄} [kgPlatz ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]	VS-Ausscheidungen [kgPlatz ⁻¹ d ⁻¹]	mittleres Tiergewicht [kgTier ⁻¹]
Österreich	0,07	0,10	1,10
Belgien	0,04	0,03	1,59
Tschechische Republik	0,08	k. A.	k. A.
Dänemark	0,03	0,00	2,00
Frankreich	0,12	0,10	k. A.
Deutschland	0,04	0,026 ^a	1,96
Niederlande	0,03	0,02	k. A.
Polen	0,08	0,10	1,10
Schweiz	0,12	0,10	k. A.
Vereinigtes Königreich	0,08	0,10	k. A.
IPCC (1996)-3-4.47, cool region, developed countries	0,078	0,10	1,10
IPCC (2000)-4.36			
IPCC (2006)-10.82, We. Eur., cool reg., dev. countries	0,02 bis 0,09	0,01 bis 0,07	0,9 bis 6,8

^a ohne Gänse

Quelle: Deutschland: Submission 2013; andere Länder: UNFCCC, 2012; k. A.: keine Angabe

6.3.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (4.B, CH₄)

Tabelle 195 bis Tabelle 197 zeigen die Änderungen, die sich für die Zeitreihen der Anteile der drei verschiedenen Hauptkategorien von Haltungsverfahren im Vergleich mit dem NIR 2012 ergeben haben. Wie in den CRF-Tabellen zu berichten, beziehen sich die Prozentangaben auf die ausgeschiedenen N-Mengen.

Bei den Milchkühen ergab sich lediglich für das Jahr 1990 für die prozentualen Anteile der verschiedenen Haltungssysteme eine geringfügige Abweichung zwischen NIR 2012 und NIR 2013. Die Verschiebung zwischen den Haltungssystemen resultiert aus der Korrektur von Tiergewichtsfehlern bei einigen Bundesländern (siehe Kapitel 6.1.3.3). Diese Korrektur führte zu einer Veränderung der Energiebedarfswerte und damit auch der N-Aufnahme mit dem Futter und der N-Ausscheidung. Aufgrund dieser Änderungen bei den N-Ausscheidungen und der in den betreffenden Bundesländern vom Bundesdurchschnitt abweichenden Häufigkeiten der verschiedenen Haltungssysteme veränderte sich zwangsläufig im Bundesmittel die auf die N-Ausscheidung bezogene Häufigkeit der Haltungssysteme.

Bei den übrigen Rindern beruhen die Änderungen auf der von NIR 2012 zu NIR 2013 geänderten Zuordnung der Schlacht- und Mastkühe, siehe Kapitel 6.1.3.1 (NIR 2012 bei den Färsen, NIR 2013 bei den Mutterkühen). Färsen und Mutterkühe weisen unterschiedliche Häufigkeiten für die verschiedenen Haltungssysteme und auch unterschiedliche hohe N-Ausscheidungen auf.

Tabelle 195: Vergleich der im NIR 2013 und NIR 2012 berichteten relativen Anteile güllebasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2013	54,9	55,3	55,4	55,2	70,8	70,8	70,9	70,9	72,3	72,4
Milchkühe 2012	55,0	55,3	55,4	55,2	70,8	70,8	70,9	70,9	72,3	72,4
Übrige Rinder 2013	58,2	59,1	58,2	57,4	56,7	55,5	55,1	54,5	54,2	54,0
Übrige Rinder 2012	60,3	60,3	59,2	58,3	57,5	56,5	55,9	55,3	55,2	54,6
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2013	72,5	72,7	72,9	73,0	73,1	73,2	73,3	73,5	73,5	73,5
Milchkühe 2012	72,5	72,7	72,9	73,0	73,1	73,2	73,3	73,5	73,5	73,5
Übrige Rinder 2013	52,4	51,6	50,8	49,9	48,6	47,7	46,7	45,7	44,5	43,5
Übrige Rinder 2012	53,3	52,6	51,6	50,6	49,3	48,3	47,3	46,2	45,0	43,9
[%]	2010	2011								
Milchkühe 2013	73,6	73,5								
Milchkühe 2012	73,6									
Übrige Rinder 2013	42,5	42,5								
Übrige Rinder 2012	42,8									

Tabelle 196: Vergleich der im NIR 2013 und NIR 2012 berichteten relativen Anteile strohbasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2013	26,9	26,2	26,2	26,4	15,5	15,5	15,4	15,4	14,4	14,3
Milchkühe 2012	26,7	26,2	26,2	26,4	15,5	15,5	15,4	15,4	14,4	14,3
Übrige Rinder 2013	26,3	25,3	25,6	26,1	26,6	27,1	27,2	27,5	27,4	27,5
Übrige Rinder 2012	25,1	24,7	25,1	25,6	26,1	26,5	26,7	27,0	26,8	27,2
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2013	14,6	14,7	14,9	15,0	15,2	15,4	15,6	15,7	15,8	15,9
Milchkühe 2012	14,6	14,7	14,9	15,0	15,2	15,4	15,6	15,7	15,8	15,9
Übrige Rinder 2013	28,8	29,7	30,6	31,6	32,5	33,4	34,3	35,2	36,3	37,3
Übrige Rinder 2012	28,3	29,1	30,1	31,1	32,1	33,1	34,0	35,0	36,2	37,2
[%]	2010	2011								
Milchkühe 2013	16,0	15,9								
Milchkühe 2012	16,0									
Übrige Rinder 2013	38,3	38,3								
Übrige Rinder 2012	38,1									

Tabelle 197: Vergleich der im NIR 2013 und NIR 2012 berichteten Anteile des Weidegangs in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2013	18,3	18,5	18,4	18,5	13,8	13,8	13,8	13,8	13,5	13,4
Milchkühe 2012	18,4	18,5	18,4	18,5	13,8	13,8	13,8	13,8	13,5	13,5
Übrige Rinder 2013	15,5	15,5	16,1	16,5	16,8	17,4	17,7	18,0	18,5	18,5
Übrige Rinder 2012	14,6	15,0	15,7	16,1	16,4	17,0	17,4	17,7	18,1	18,2
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2013	13,0	12,7	12,3	12,1	11,8	11,5	11,2	10,9	10,7	10,6
Milchkühe 2012	13,0	12,7	12,3	12,1	11,8	11,5	11,2	10,9	10,7	10,6
Übrige Rinder 2013	18,8	18,7	18,7	18,6	18,9	18,9	19,0	19,1	19,1	19,2
Übrige Rinder 2012	18,4	18,3	18,3	18,3	18,6	18,6	18,6	18,8	18,9	18,9
[%]	2010	2011								
Milchkühe 2013	10,4	10,5								
Milchkühe 2012	10,4									
Übrige Rinder 2013	19,3	19,2								
Übrige Rinder 2012	19,0									

Bei den VS-Ausscheidungen gab es für Milchkühe, übrige Rinder und Schweine Abweichungen zwischen NIR 2012 und NIR 2013, siehe Tabelle 198. Bei den Milchkühen gab es lediglich 1990 und 2010 Abweichungen, die in beiden Fällen auf Aktualisierungen der Leistungsdaten zurück zu führen sind (siehe Kapitel 6.1.3.3: Tiergewichtskorrekturen 1990 in einigen Bundesländern, Aktualisierung der Milchleistung 2010). Bei den übrigen Rindern beruhen die Änderungen auf der unterschiedlichen Zuordnung der Schlacht- und Mastkühe (NIR 2012 bei den Färsen, NIR 2013 bei den Mutterkühen, wobei Färsen und Mutterkühe unterschiedliche VS-Ausscheidungen haben; siehe Kapitel 6.1.3.1). Bei den Schweinen gehen die Änderungen auf die Aktualisierung der Zeitreihe für die Größe „Saugferkel pro Sau“ sowie der Zeitreihen für die Tiergewichte und Zuwachsraten bei den Mastschweinen zurück (siehe Kapitel 6.1.3.3). Diese Aktualisierungen bei den Schweinen äußern sich in Tabelle 198 aufgrund der Zahlendarstellung mit zwei Dezimalen lediglich für das Jahr 2010.

Tabelle 198: Vergleich der im NIR 2013 und NIR 2012 berichteten täglichen VS-Ausscheidungen (4.B)

[kg Platz ⁻¹ d ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2013	3,48	3,49	3,58	3,63	3,63	3,65	3,69	3,70	3,75	3,77
Milchkühe 2012	3,45	3,49	3,58	3,63	3,63	3,65	3,69	3,70	3,75	3,77
Übrige Rinder 2013	1,43	1,41	1,45	1,47	1,45	1,46	1,46	1,46	1,47	1,50
Übrige Rinder 2012	1,38	1,40	1,45	1,46	1,44	1,45	1,46	1,46	1,46	1,48
Schweine 2013	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
Schweine 2012	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
[kg Platz ⁻¹ d ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2013	3,81	3,86	3,87	3,90	3,90	3,93	3,94	3,97	3,94	3,96
Milchkühe 2012	3,81	3,86	3,87	3,90	3,90	3,93	3,94	3,97	3,94	3,96
Übrige Rinder 2013	1,50	1,51	1,48	1,48	1,47	1,47	1,47	1,47	1,46	1,47
Übrige Rinder 2012	1,48	1,49	1,47	1,47	1,46	1,46	1,47	1,47	1,46	1,46
Schweine 2013	0,26	0,26	0,27	0,26	0,27	0,26	0,27	0,27	0,27	0,27
Schweine 2012	0,26	0,26	0,27	0,26	0,27	0,26	0,27	0,27	0,27	0,27
[kg Platz ⁻¹ d ⁻¹]	2010	2011								
Milchkühe 2013	3,99	4,01								
Milchkühe 2012	3,97									
Übrige Rinder 2013	1,47	1,46								
Übrige Rinder 2012	1,47									
Schweine 2013	0,26	0,26								
Schweine 2012	0,27									

Tabelle 199 und Tabelle 200 zeigen für die relevanten Tierkategorien Milchkühe, übrige Rinder und Schweine eine Gegenüberstellung der mittleren Emissionsfaktoren (IEF) und der CH₄-Emissionen aus dem NIR 2012 und dem aktuellen NIR 2013. Die Emissionsfaktoren und Emissionen der Milchkuhhaltung sind niedriger als im NIR 2012. Der entgegengesetzte Effekt zeigt sich bei den übrigen Rindern. Bei den Schweinen sind IEF und Emissionen

niedriger als im NIR 2012. Diese Änderungen resultieren zu einem Teil aus den im Zusammenhang mit den vorstehenden Tabellen erwähnten Aktualisierungen von Aktivitätsdaten und Modelländerungen bzw. deren Folgen (VS-Ausscheidungen), werden aber überwiegend durch die gegenüber dem NIR 2012 veränderten Werte der tierspezifischen Methan-Bildungsrate B_0 und der lagerspezifischen Methan-Umwandlungsfaktoren MCF (siehe Kapitel 6.1.3.6.3 und 6.1.3.6.4) sowie - bei Milchkühen und Schweinen - durch die in Kapitel 6.1.3.6.5 beschriebene Berücksichtigung der Güllevergärung hervorgerufen.

Tabelle 199: Vergleich der im NIR 2013 und NIR 2012 berichteten mittleren CH_4 -Emissionsfaktoren (IEF) für das Wirtschaftsdünger-Management (4.B(a)s1)

[kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2013	16,7	17,2	17,6	17,7	21,3	21,4	21,6	21,7	22,3	22,4
Milchkühe 2012	17,4	18,0	18,4	18,6	22,3	22,4	22,7	22,7	23,4	23,6
Übrige Rinder 2013	8,3	8,4	8,7	8,7	8,4	8,4	8,3	8,3	8,4	8,5
Übrige Rinder 2012	6,4	6,6	6,8	6,8	6,6	6,6	6,5	6,5	6,5	6,6
Schweine 2013	3,7	3,8	3,8	3,9	4,0	4,0	4,1	4,1	4,2	4,1
Schweine 2012	3,8	3,9	3,9	4,0	4,1	4,1	4,2	4,2	4,3	4,3
[kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2013	22,6	23,0	23,2	23,4	23,5	23,3	22,9	22,4	22,0	21,5
Milchkühe 2012	23,8	24,3	24,6	24,9	25,1	25,4	25,6	26,0	25,9	26,2
Übrige Rinder 2013	8,5	8,6	8,4	8,6	8,5	8,5	8,5	8,5	8,4	8,4
Übrige Rinder 2012	6,6	6,7	6,6	6,7	6,6	6,6	6,6	6,7	6,6	6,6
Schweine 2013	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0	3,9	3,8	3,7	3,7
Schweine 2012	4,2	4,3	4,3	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
[kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]	2010	2011								
Milchkühe 2013	21,0	20,1								
Milchkühe 2012	26,4									
Übrige Rinder 2013	8,3	8,3								
Übrige Rinder 2012	6,5									
Schweine 2013	3,5	3,4								
Schweine 2012	4,1									

Tabelle 200: Vergleich der im NIR 2013 und NIR 2012 berichteten CH_4 -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management für Milchkühe, übrige Rinder und Schweine (4.B)

[Gg a ⁻¹ CH ₄]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Summe 2013	319,0	283,2	280,7	278,3	291,9	289,3	291,0	285,9	291,6	290,2
Summe 2012	301,2	269,0	267,2	265,1	280,0	277,5	279,8	275,1	281,3	278,9
Milchkühe 2013	106,2	96,8	94,3	94,1	112,2	112,0	112,3	108,9	107,6	106,9
Milchkühe 2012	110,5	101,5	98,9	98,6	117,5	117,4	117,8	114,3	113,0	112,4
Übrige Rinder 2013	108,8	96,9	94,3	92,5	89,6	89,4	88,0	84,8	84,4	86,3
Übrige Rinder 2012	84,2	75,7	73,9	72,5	70,1	69,9	69,1	66,4	66,0	66,9
Schweine 2013	98,3	83,9	86,6	86,2	84,5	82,2	84,9	86,5	93,9	91,5
Schweine 2012	100,9	86,2	89,0	88,5	86,7	84,4	87,1	88,8	96,7	94,1
[Gg a ⁻¹ CH ₄]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Summe 2013	283,3	287,1	280,3	279,3	271,4	269,8	261,2	259,0	257,8	254,6
Summe 2012	272,9	276,6	271,9	271,5	265,1	267,8	262,9	266,4	268,4	270,4
Milchkühe 2013	103,3	104,7	102,5	102,3	100,5	98,5	93,4	91,4	92,9	90,6
Milchkühe 2012	108,8	110,6	108,7	108,8	107,4	107,5	104,6	105,7	109,4	110,2
Übrige Rinder 2013	84,8	86,1	80,6	79,6	75,7	74,8	73,5	73,0	73,4	73,3
Übrige Rinder 2012	66,1	66,9	62,9	62,1	59,1	58,3	57,5	57,3	57,6	57,5
Schweine 2013	89,5	90,3	91,3	91,3	88,9	90,3	87,9	88,1	85,0	84,3
Schweine 2012	92,2	93,2	94,4	94,5	92,4	95,7	94,4	96,7	94,9	96,2
[Gg a ⁻¹ CH ₄]	2010	2011								
Summe 2013	244,2	237,3								
Summe 2012	265,4									
Milchkühe 2013	87,7	84,4								
Milchkühe 2012	110,6									
Übrige Rinder 2013	71,9	69,2								
Übrige Rinder 2012	56,5									
Schweine 2013	78,1	77,3								
Schweine 2012	92,1									

6.3.2.6 Geplante Verbesserungen (4.B, CH₄)

Bei der Berechnung von THG-Emissionen aus der Güllevergärung konnten geringe Güllemengen konzeptionsbedingt nicht berücksichtigt werden (siehe Kapitel 6.1.3.6.5). Um auch diese Güllemengen einbeziehen zu können, soll das Berechnungsverfahren überarbeitet werden.

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

6.3.3 NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B, NMVOC)

IPCC gibt keine Methode zur Berechnung von NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management an. EMEP (2009)-4B-41 stellt fest: "Daten zu NMVOC-Emissionen aus der Tierhaltung erlauben keine direkte Schätzung von Emissionsfaktoren ...". Im Rahmen des In-Country-Review 2010 wurde durch das ERT festgestellt, dass die von Deutschland bisher verwendeten Emissionsfaktoren von HOBBS et al. (2004) zweifelhaft sind, zu einer erheblichen Überschätzung der NMVOC-Emissionen führen und aus diesen Gründen nicht in EMEP (2009) aufgenommen wurden. Der Empfehlung des ERT folgend berichtet Deutschland keine NMVOC-Emissionen aus der Tierhaltung mehr.

6.3.4 N₂O- und NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B, N₂O & NO)

6.3.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.B, N₂O & NO)

Siehe Kapitel 6.3.1.

6.3.4.2 Methodische Aspekte (4.B, N₂O & NO)

6.3.4.2.1 Methodik (4.B, N₂O & NO)

Die Berechnung der N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management erfolgt für alle Tierkategorien getrennt unter Berücksichtigung der gegebenen Managementsysteme (einschließlich der Güllevergärung, siehe Kapitel 6.1.3.6.5) nach folgender Formel:

Gleichung 11: Berechnung der N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management

$$E_{N_2O-N} = \sum_{i,j} [(N_{excr,i} + N_{straw,i,j}) \cdot MS_{i,j}] \cdot EF_{N_2O-N,j}$$

mit:

E_{N_2O-N}	Gesamte N ₂ O-N-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (kg a ⁻¹ N ₂ O-N)
$N_{excr,i}$	Gesamte N-Ausscheidung der Tierkategorie i (kg a ⁻¹ N)
$N_{straw,i,j}$	N-Eintrag durch Einstreu für Tierkategorie i und Wirtschaftsdünger-Managementsystem j (kg a ⁻¹ N), $N_{straw,i,j} = 0$ für Flüssigmistsysteme und Weide
$MS_{i,j}$	relativer Anteil des Wirtschaftsdünger-Managementsystems j in Tierkategorie i (Platz Platz ⁻¹)
$EF_{N_2O-N,j}$	N ₂ O-N-Emissionsfaktor für Wirtschaftsdünger-Managementsystem j (kg kg ⁻¹ N ₂ O-N)

Zu Gesamt-N-Ausscheidungen und Gesamt-N-Einträgen durch Einstreu siehe Kapitel 6.1.3.4 und 6.1.3.6. Die N₂O-N-Emissionsfaktoren sind in Kapitel 6.3.4.2.2 angegeben. Zu den relativen Häufigkeiten der Wirtschaftsdünger-Managementsysteme siehe Kapitel 6.1.3.6.1 und 19.4.1.

Die NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (ohne Ausbringung und Weidegang) werden analog zu den N₂O-Emissionen berechnet. Die NO-N-Emissionsfaktoren sind in Kapitel 6.3.4.2.2 angegeben.

N₂O- und NO-Emissionen infolge von Wirtschaftsdünger-Ausbringung und N-Ausscheidungen auf der Weide werden unter 4.D berichtet.

6.3.4.2.2 Emissionsfaktoren (4.B, N₂O & NO)

Deutschland verwendet für Flüssigmistsysteme höhere N₂O-Emissionsfaktoren als von IPCC (1996b/2000) vorgegeben (IPCC, 2006), so dass keine Emissionsunterschätzung möglich ist. Für eine künstliche Schwimmdecke aus Häckseln wurde der bis zum NIR 2012 angenommene N₂O-Emissionsfaktor (0 kg kg⁻¹ N) im Sinne einer worst-case-Annahme mit dem Emissionsfaktor für die natürliche Schwimmdecke gleichgesetzt (0,005 kg kg⁻¹ N). Wegen der geringen Verbreitung der künstliche Schwimmdecke aus Häckseln ist diese Auswirkung auf die Gesamt-N₂O-Emissionen sehr gering.

Für N₂O-Emissionen aus der Güllevergärung wurde der Default-Emissionsfaktor von IPCC (2000) angewendet, der 0,001 kg N₂O-N (kg N)⁻¹ beträgt.

Bei Festmistsystemen differenziert Deutschland nach Festmistlagerung und Tiefstreu. Für Festmist wird ab dem vorliegenden NIR 2013 ein neuer, durch VANDRÉ et al. (2012) erarbeiteter und durch die KTBL-Arbeitsgruppe „Emissionsfaktoren Tierhaltung“ am 27.06.2012 als nationaler Konsens akzeptierter Emissionsfaktor eingesetzt: 0,013 kg N₂O-N (kg N)⁻¹. Für Tiefstreu gibt IPCC (1996b/2000) keinen Emissionsfaktor an; da auch kein nationaler Emissionsfaktor existiert, wurde der Defaultwert von IPCC (2006) übernommen: 0,01 kg N₂O-N (kg N)⁻¹. Entsprechend ist die Situation für Geflügelkot, so dass für die Inventarberechnungen der Default-Emissionsfaktor von IPCC (2006) übernommen wurde, der 0,001 kg N₂O-N (kg N)⁻¹ beträgt. Ergebnisse aus Wirtschaftsdünger-Lagerungssystemen in Dänemark (Tiefstreu bei Rindern; Sommer, 2001) und im Vereinigten Königreich (Geflügelkot; SNEATH et al., (1997)) bestätigen, dass die Verwendung der Default-Emissionsfaktor von IPCC (2006) für Tiefstreu und Geflügelkot nicht zu einer Unterschätzung der Emissionen führt.

Tabelle 201 fasst die für den NIR 2013 verwendeten N₂O-Emissionsfaktoren zusammen.

Tabelle 201: Emissionsfaktoren für Emissionen von N₂O-N aus dem Wirtschaftsdünger-Management (bezogen auf die Summe von ausgeschiedenem N und Einstreu-N) (4.B(b))

Wirtschaftsdünger		Emissionsfaktor [kg kg ⁻¹ N]
Gülle	Außenlager ohne Abdeckung ^a	0,000
	feste Abdeckung ^b	0,005
	natürliche Schwimmdecke ^a	0,005
	Schwimmdecke (Häcksel) ^b	0,005
	Schwimmdecke (Folie) ^c	0,000
	unterhalb Spaltenboden ^a	0,002
	Vergärung/Gärrestelagerung ^d	0,001
Festmist ^a		0,013
Tiefstreu ^a		0,010
Geflügelfestmist bzw. -kot ^a		0,001

^a Quelle: Siehe Text

^b Worst-Case-Annahme: Wie natürliche Schwimmdecke, da keine Angaben verfügbar.

^c Annahme: Folienschwimmdecken erlauben keine N₂O-Bildung.

^d Quelle: IPCC (2000), S. 4.43.

Anhand von Tabelle 201 wird deutlich, dass der Emissionsfaktor für den Gülle-Lagertyp „Güllevergärung und Gärrestlager“ der niedrigste der angegebenen Güllelager-Emissionsfaktoren ist. Das bedeutet, dass eine anstelle einer herkömmlichen Lagerung stattfindende Vergärung von Gülle generell zu einer Minderung der N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management führt.

Im Mittel über die gesamte Tierhaltung ergeben sich für Deutschland im Jahr 2010 die folgenden N₂O-N-Emissionsfaktoren: Flüssigmist 0,00321 kg kg⁻¹ N, Festmist 0,00935 kg kg⁻¹ N.

IPCC gibt keine Emissionsfaktoren für NO an. Die in EMEP (2009) angegebenen Tier-1-Emissionsfaktoren beziehen sich auf den Tierplatz und können daher nicht im Inventarmodell GAS-EM verwendet werden, das im Rahmen des N-Fluss-Konzeptes (siehe Kapitel 6.1.2.4) Emissionsfaktoren benötigt, die sich auf die N-Menge beziehen. Vergleichsrechnungen zeigen aber, dass die mit der Tier-1-Methode nach EMEP (2009) berechneten deutschen NO-Gesamtemissionen aus dem Sektor 4.B mit GAS-EM reproduziert werden können, wenn der auf N bezogene NO-N-Emissionsfaktor um eine Größenordnung kleiner als der N₂O-N-Emissionsfaktor ist. Daher wurde im Inventar der NO-N-Emissionsfaktor mit 10 % des N₂O-N-Emissionsfaktors angesetzt. Dieser Ansatz führt zu NO-Emissionen, die den N₂O-Emissionen proportional sind.

Emissionsfaktoren zu N₂ (im N-Fluss-Konzept, siehe Kapitel 6.1.2.4, ebenfalls zu berücksichtigen) werden weder von IPCC noch von EMEP angegeben. JARVIS & PAIN (1994) fanden für das Verhältnis von N₂-Emissionen zu N₂O-N-Emissionen einen Wert von 3:1. Daher wurde im Inventar angenommen, dass der N₂-Emissionsfaktor das Dreifache des N₂O-N-Emissionsfaktors beträgt.

Tabelle 202 bis Tabelle 205 zeigen die Zeitreihen der effektiven N₂O-N-Emissionsfaktoren der beiden Wirtschaftsdünger-Systemkategorien „güllebasiert“ und „strohbasierend“ für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und alle Nutztiere insgesamt. Diese Emissionsfaktoren sind definiert als der Quotient der gesamten N₂O-Emissionen aus einem Managementsystem (in N angegeben) und der Gesamtmenge des von den Tieren in diesem System ausgeschiedenen N. Die gesamten N₂O-Emissionen umfassen dabei für strohbasierende Systeme neben den Emissionen aufgrund der tierischen N-Ausscheidungen auch die Emissionen, die aus dem durch Einstreu eingebrachten N resultieren.

Tabelle 202: Milchkühe, mittlere N₂O-N-Emissionsfaktoren

[kg kg ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
güllebasiert	0,00375	0,00369	0,00369	0,00370	0,00389	0,00389	0,00389	0,00389	0,00388	0,00389
strohbasierend	0,01235	0,01231	0,01226	0,01223	0,01219	0,01218	0,01217	0,01217	0,01215	0,01214
[kg kg ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
güllebasiert	0,00388	0,00384	0,00381	0,00377	0,00373	0,00365	0,00353	0,00340	0,00330	0,00317
strohbasierend	0,01227	0,01224	0,01223	0,01221	0,01220	0,01218	0,01217	0,01215	0,01217	0,01216
[kg kg ⁻¹]	2010	2011								
güllebasiert	0,00302	0,00290								
strohbasierend	0,01215	0,01213								

Tabelle 203: Übrige Rinder, mittlere N₂O-N-Emissionsfaktoren

[kg kg ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
güllebasiert	0,00372	0,00366	0,00363	0,00363	0,00380	0,00380	0,00379	0,00379	0,00378	0,00378
strohbasier	0,01247	0,01247	0,01242	0,01241	0,01240	0,01239	0,01240	0,01240	0,01238	0,01238
[kg kg ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
güllebasiert	0,00375	0,00373	0,00371	0,00369	0,00367	0,00364	0,00362	0,00360	0,00357	0,00356
strohbasier	0,01234	0,01231	0,01229	0,01215	0,01214	0,01212	0,01210	0,01208	0,01206	0,01203
[kg kg ⁻¹]	2010	2011								
güllebasiert	0,00354	0,00354								
strohbasier	0,01201	0,01202								

Tabelle 204: Schweine, mittlere N₂O-N-Emissionsfaktoren

[kg kg ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
güllebasiert	0,00170	0,00195	0,00198	0,00200	0,00242	0,00241	0,00243	0,00242	0,00240	0,00240
strohbasier	0,01189	0,01192	0,01192	0,01193	0,01200	0,01198	0,01199	0,01198	0,01198	0,01197
[kg kg ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
güllebasiert	0,00252	0,00262	0,00273	0,00284	0,00295	0,00302	0,00309	0,00313	0,00318	0,00322
strohbasier	0,01198	0,01196	0,01197	0,01198	0,01197	0,01198	0,01199	0,01200	0,01201	0,01203
[kg kg ⁻¹]	2010	2011								
güllebasiert	0,00325	0,00318								
strohbasier	0,01204	0,01206								

Tabelle 205: Alle Nutztiere, mittlere N₂O-N-Emissionsfaktoren (4.s2.B)

[kg kg ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
güllebasiert	0,00317	0,00322	0,00320	0,00321	0,00349	0,00349	0,00348	0,00346	0,00343	0,00344
strohbasier	0,01068	0,01055	0,01058	0,01060	0,01023	0,01025	0,01027	0,01016	0,00999	0,01000
[kg kg ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
güllebasiert	0,00345	0,00346	0,00345	0,00346	0,00347	0,00345	0,00341	0,00335	0,00332	0,00327
strohbasier	0,00989	0,00987	0,00984	0,00972	0,00956	0,00956	0,00956	0,00946	0,00949	0,00945
[kg kg ⁻¹]	2010	2011								
güllebasiert	0,00321	0,00312								
strohbasier	0,00935	0,00921								

6.3.4.2.3 Emissionen (4.B, N₂O & NO)

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die berechneten N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management sowohl nach Tierkategorien als auch nach Managementsystemen gegliedert. Bezogen auf das Basisjahr nehmen die N₂O- und NO-Emissionen deutlich ab. Der Hauptanteil der N₂O-Emissionen entstammt der Rinderhaltung (78,5 % im Jahr 1990; zurückgegangen auf 73,5 % im Jahr 2011). Dies gilt wegen der Proportionalität der Emissionsfaktoren (siehe Kapitel 6.3.4.2.2) in gleicher Weise auch für die NO-Emissionen.

Tabelle 206: N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management nach Tieren (4.B)

[Gg a ⁻¹ N ₂ O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	5,230	4,625	4,550	4,601	3,938	3,930	3,942	3,833	3,674	3,655
übrige Rinder	4,694	4,026	3,879	3,849	3,964	4,009	3,986	3,865	3,836	3,890
Schweine	1,840	1,688	1,744	1,695	1,517	1,466	1,508	1,532	1,566	1,519
Schafe	0,275	0,267	0,248	0,253	0,243	0,252	0,250	0,244	0,242	0,234
Ziegen	0,014	0,014	0,014	0,014	0,015	0,016	0,017	0,018	0,020	0,021
Pferde	0,461	0,480	0,499	0,530	0,561	0,586	0,611	0,559	0,508	0,456
Esel/Maultiere	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Büffel ^a	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,0000	0,0002	0,0003	0,0004
Geflügel	0,121	0,117	0,112	0,111	0,112	0,113	0,113	0,115	0,119	0,117
[Gg a ⁻¹ N ₂ O]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	3,587	3,630	3,541	3,516	3,453	3,427	3,275	3,242	3,252	3,211
übrige Rinder	3,885	3,978	3,782	3,692	3,578	3,575	3,556	3,562	3,648	3,689
Schweine	1,524	1,576	1,629	1,658	1,655	1,719	1,708	1,749	1,714	1,725
Schafe	0,235	0,237	0,232	0,232	0,231	0,225	0,217	0,214	0,206	0,200
Ziegen	0,022	0,025	0,025	0,025	0,025	0,027	0,028	0,028	0,030	0,035
Pferde	0,469	0,481	0,490	0,499	0,487	0,476	0,495	0,515	0,489	0,464
Esel/Maultiere	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Büffel	0,0006	0,0006	0,0007	0,0009	0,0010	0,0011	0,0013	0,0015	0,0017	0,0020
Geflügel	0,126	0,129	0,128	0,132	0,140	0,140	0,140	0,148	0,147	0,150
[Gg a ⁻¹ N ₂ O]	2010	2011								
Milchkühe	3,157	3,122								
übrige Rinder	3,678	3,547								
Schweine	1,648	1,621								
Schafe	0,184	0,150								
Ziegen	0,024	0,024								
Pferde	0,439	0,439								
Esel/Maultiere	0,006	0,006								
Büffel	0,0023	0,0026								
Geflügel	0,154	0,160								

^a Bis 1995 einschließlich gab es keine Büffel

Tabelle 207 zeigt die N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management insgesamt und nach Systemkategorien. Aus diesen Daten lässt sich eine Reduktion der Gesamt-N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (gülle- und strohbasiert) von 1990 bis 2011 um 28,2 % ablesen. Die Reduktion in strohbasierten Systemen um 34,1 % zwischen 1990 und 2011 trägt zu einem größeren Teil zur Gesamt-Reduktion bei, als die Reduktion in güllebasierten Systemen mit 17,7 %. Hierin spiegelt sich die Entwicklung der Verteilung der Managementsysteme wieder (siehe Kapitel 6.1.3.6.1 und 19.4.1), deren Einfluss z. T. durch die zeitliche Entwicklung der Tierzahlen und des Leistungsniveaus modifiziert wird.

Tabelle 207: N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management insgesamt und nach Systemkategorien (4.s2.B)

[Gg a ⁻¹ N ₂ O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
insgesamt	12,641	11,223	11,051	11,059	10,356	10,377	10,432	10,173	9,970	9,897
güllebasiert	4,537	4,075	4,000	3,973	4,758	4,710	4,734	4,617	4,658	4,638
strohbasiert	8,104	7,148	7,052	7,087	5,598	5,666	5,698	5,556	5,311	5,259
[Gg a ⁻¹ N ₂ O]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
insgesamt	9,854	10,062	9,833	9,762	9,575	9,595	9,426	9,465	9,493	9,481
güllebasiert	4,525	4,588	4,472	4,426	4,305	4,291	4,137	4,093	4,048	3,991
strohbasiert	5,329	5,474	5,362	5,336	5,270	5,305	5,290	5,372	5,445	5,490
[Gg a ⁻¹ N ₂ O]	2010	2011								
insgesamt	9,291	9,072								
güllebasiert	3,836	3,735								
strohbasiert	5,455	5,337								

Die für das gesamte Wirtschaftsdünger-Management berechneten NO-Emissionen sind in der Tabelle 209 aufgeführt.

Tabelle 208 zeigt die durch Güllevergärung eingesparten N₂O-Emissionen, wie sie mit dem Inventarmodell GAS-EM für Deutschland berechnet wurden, sowie den sich daraus für Deutschland ergebenden Minderungseffekt bezogen auf die Emissionen, die sich für den Fall ohne Güllevergärung ergeben würden.

Tabelle 208: In Deutschland durch Güllevergärung eingesparte N₂O-Emissionen und der prozentuale Anteil dieser Minderung bezogen auf die sich ohne Güllevergärung ergebende N₂O-Gesamtemission aus dem Wirtschaftsdünger-Management aller im Inventar betrachteten Nutztiere

[Gg a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
aus Rindergülle	0,0001	0,0003	0,0004	0,0005	0,001	0,002	0,003	0,003	0,01	0,01
aus Schweinegülle	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,00	0,00
insgesamt	0,0001	0,0003	0,0004	0,0006	0,001	0,002	0,004	0,005	0,01	0,01
insges. in %	0,0001	0,0003	0,0004	0,0005	0,001	0,002	0,003	0,003	0,01	0,01
[Gg a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
aus Rindergülle	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,08	0,13	0,20	0,24	0,30
aus Schweinegülle	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,05	0,08	0,12	0,15	0,19
insgesamt	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,13	0,21	0,32	0,39	0,48
insges. in %	0,20	0,29	0,44	0,53	0,71	1,4	2,2	3,3	3,9	4,9
[Gg a ⁻¹]	2010	2011								
aus Rindergülle	0,36	0,43								
aus Schweinegülle	0,24	0,28								
insgesamt	0,60	0,71								
insges. in %	6,1	7,3								

Tabelle 209 zeigt die NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management. Wegen der Proportionalität der Emissionsfaktoren von NO und N₂O sind die Minderungsraten für NO identisch mit denen für N₂O (siehe Tabelle 208).

Tabelle 209: NO-Emissionen (E_{NO}) aus dem Wirtschaftsdünger-Management

[Gg a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E _{NO}	1,724	1,530	1,507	1,508	1,412	1,415	1,423	1,387	1,360	1,350
[Gg a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
E _{NO}	1,344	1,372	1,341	1,331	1,306	1,308	1,285	1,291	1,295	1,293
[Gg a ⁻¹]	2010	2011								
E _{NO}	1,267	1,237								

6.3.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.B, N₂O & NO)

Hinsichtlich der Unsicherheiten im Bereich der N₂O-Emissionen aus der Verdauung wird auf Tabelle 176 in Kapitel 6.1.5 (Gesamt-Unsicherheit des deutschen THG-Inventars) verwiesen.

Alle Emissionszeitreihen sind konsistent, da sie für alle Jahre des Berichtszeitraumes jeweils mit dergleichen Methode berechnet wurden und die Eingangsdaten ebenfalls konsistent sind.

6.3.4.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.B, N₂O & NO)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Kapitel 6.1.6 vermittelt einen Überblick über die umgesetzten Maßnahmen zu QS/QK und Verifizierung.

Ein im Rahmen der Verifizierung durchgeführter Vergleich der „implied emission factors“ für N₂O-Emissionen aus Deutschland (aktueller Bericht, Jahr 2010) und benachbarten Staaten inklusive des Vereinigten Königreiches (Submission 2012 für das Jahr 2010, UNFCCC 2012) ergab, dass die Hälfte der benachbarten Staaten die N₂O-N-Default-Emissionsfaktoren aus

IPCC (1996b), Table 4-22, verwendet $0,001 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ für Flüssigmist und $0,02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ für Festmist; bei Belgien, Dänemark, Frankreich und den Niederlanden sowie dem Vereinigten Königreich gibt es leichte Abweichungen). Im Mittel über die gesamte Tierhaltung ergibt sich für Deutschland im Jahr 2010 ein $\text{N}_2\text{O-N-IEF}$ für Flüssigmist von $0,00321 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ und ein IEF für Festmist von $0,00935 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$.

Der Vergleich der N-Ausscheidungen (Tabelle 210) mit denen der Nachbarländer zeigt, dass Deutschland bei den Milchkühen ungefähr im Mittelfeld liegt. Ähnliches trifft auch auf die Ausscheidungen der übrigen Rinder zu. Der Defaultwert von IPCC (1996b) für Milchkühe scheint für Mitteleuropa zu niedrig zu sein, während der Defaultwert für die übrigen Rinder im Mittel besser dem berichteten Bereich entspricht.

Die von Deutschland berichteten N-Ausscheidungen der Schweine liegen im mittleren Bereich der Daten der Nachbarländer. Der IPCC (1996b)-Defaultwert liegt merklich über dem in Deutschland und Mitteleuropa herrschenden Niveau.

Beim Geflügel weist Deutschland die höchsten N-Ausscheidungen unter den verglichenen Ländern auf. Da über die Zusammensetzung der Geflügelpopulationen in den anderen Ländern nicht berichtet wird, sind die Werte nur begrenzt vergleichbar. Die IPCC Default-Werte von 1996 mit $0,60 \text{ kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1}$ und 2006 mit $0,55 \text{ kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (Berechnung siehe Tabelle 210) unterschätzen die Situation in Deutschland. Der deutsche Wert liegt dagegen gut innerhalb des von EMEP (2009) vorgegebenen Wertebereichs und entspricht ziemlich genau dem EMEP-Legehennenwert von $0,77 \text{ kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Tabelle 210: N-Ausscheidung pro Tierplatz für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel verschiedener Länder für das Jahr 2010

	Milchkühe [kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]	Übrige Rinder [kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]	Schweine [kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]	Geflügel [kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]
Österreich	97,40	46,67	9,50	0,55
Belgien	116,91	54,13	10,01	0,59
Tschechische Republik	132,59	68,76	20,00	0,60
Dänemark	138,63	43,15	7,65	0,60
Frankreich	113,19	59,35	7,02	0,57
Deutschland	115,27	44,48	11,90	0,76
Niederlande	130,20	44,78 ^a	8,61	0,62
Polen	86,70	58,12	13,56	0,35
Schweiz	110,81	37,96 ^a	9,12	0,54
Vereinigtes Königreich	121,10	53,85	10,39	0,58
Default IPCC (1996b, Table B-1)	100	70	20	0,6
IPCC (2006)-10.59, 10.72, 10.78, 10.80, 10.81, 10.82	105,12 ^b	50,59 ^b	9,31 / 30,35 ^{b, d}	0,55 ^{b, c}
EMEP (2009)-4.B-26	105,00	41,00	12,1 / 34,5 ^d	0,36 bis 1,64

Quelle: Deutschland: Submission 2013; andere Länder: UNFCCC, 2012

^a berechnet aus berichteten Originaldaten

^b berechnet nach IPCC (2006) mit den Standardwerten von IPCC für Gewicht und N-Ausscheidung und im Falle des Geflügels mit den nationalen Tierzahlen der Geflügelunterkategorien (Submission 2012)

^c Annahmen für fehlende Werte: Gewicht Gänse = 1/2 Standardgewicht Puten (IPCC 2006), N-Ausscheidung Gänse = Standard-N-Ausscheidung Puten (IPCC 2006), Gewicht Junghennen = 1/2 Standardgewicht Legehennen (IPCC 2006), N-Ausscheidung Junghennen = Standard-N-Ausscheidung Legehennen (IPCC 2006)

^d IPCC (2006): Sauen und Eber: 30,35, andere: 9,31; EMEP (2009): Sauen: 34,5, Mastschweine: 12,1

6.3.4.5 Quellspezifische Rückrechnungen (4.B, N₂O & NO)

Tabelle 211 zeigt die für den vorliegenden NIR 2013 berechneten und die im NIR 2012 berichteten N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management. Im NIR 2013 liegt die Gesamtemission generell merklich höher, was im Wesentlichen durch den Beitrag der strohbasierten Systeme hervorgerufen wird. Die Emissionen aus den güllebasierten Systemen sind bis 2003 teils höher, teils niedriger als im NIR 2012, ab 2005 aber generell niedriger, wobei die Differenz mit den Jahren zunimmt.

Tabelle 211: Vergleich der im NIR 2013 und NIR 2012 berichteten N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management insgesamt und nach Systemkategorien (4.s2.)

[Gg a ⁻¹ N ₂ O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
insgesamt 2013	12,641	11,223	11,051	11,059	10,356	10,377	10,432	10,173	9,970	9,897
insgesamt 2012	8,292	7,505	7,450	7,450	7,587	7,585	7,631	7,445	7,389	7,373
güllebasiert 2013	4,537	4,075	4,000	3,973	4,758	4,710	4,734	4,617	4,658	4,638
güllebasiert 2012	4,489	4,086	4,008	3,982	4,735	4,692	4,717	4,598	4,646	4,613
strohbasier 2013	8,104	7,148	7,052	7,087	5,598	5,666	5,698	5,556	5,311	5,259
strohbasier 2012	3,803	3,420	3,442	3,469	2,852	2,893	2,915	2,846	2,743	2,760
[Gg a ⁻¹ N ₂ O]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
insgesamt 2013	9,854	10,062	9,833	9,762	9,575	9,595	9,426	9,465	9,493	9,481
insgesamt 2012	7,315	7,453	7,296	7,330	7,188	7,246	7,158	7,268	7,342	7,407
güllebasiert 2013	4,525	4,588	4,472	4,426	4,305	4,291	4,137	4,093	4,048	3,991
güllebasiert 2012	4,513	4,575	4,466	4,420	4,308	4,341	4,252	4,298	4,311	4,341
strohbasier 2013	5,329	5,474	5,362	5,336	5,270	5,305	5,290	5,372	5,445	5,490
strohbasier 2012	2,802	2,878	2,830	2,909	2,880	2,905	2,906	2,970	3,030	3,066
[Gg a ⁻¹ N ₂ O]	2010	2011								
insgesamt 2013	9,291	9,072								
insgesamt 2012	7,317									
güllebasiert 2013	3,836	3,735								
güllebasiert 2012	4,262									
strohbasier 2013	5,455	5,337								
strohbasier 2012	3,055									

Die im Vergleich zum NIR 2012 etwa doppelt so hohen N₂O-Emissionen aus strohbasierten Systemen sind im Wesentlichen auf den angehobenen Emissionsfaktor für Festmist (siehe Kapitel 6.3.4.2.2) zurück zu führen. Bei den güllebasierten Systemen kommt mit den Jahren zunehmend die emissionsmindernde Wirkung der Güllevergärung zur Geltung. Sowohl bei den strohbasierten als auch bei den güllebasierten Systemen wirken zusätzlich höhere N-Ausscheidungen aufgrund von aktualisierten Leistungsdaten sowie der geänderten Zuordnung der Schlacht- und Mastkühe (siehe Kapitel 6.1.3.1 bis 6.1.3.4). Wie zeigt, ist die Gesamt-N-Ausscheidung aller Tiere im NIR 2013 höher als im NIR 2012.

Tabelle 212: Vergleich der im NIR 2013 und NIR 2012 berechneten Gesamt-N-Ausscheidung aller Tiere

[Gg a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
N-Ausscheidung 2013	1.608,3	1.431,9	1.412,8	1.409,7	1.386,6	1.385,7	1.395,3	1.367,2	1.372,4	1.362,8
N-Ausscheidung 2012	1.574,8	1.421,5	1.404,5	1.401,4	1.378,3	1.377,3	1.388,5	1.359,7	1.364,2	1.353,4
[Gg a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
N-Ausscheidung 2013	1.342,7	1.362,9	1.326,9	1.315,8	1.288,2	1.290,9	1.265,8	1.278,5	1.281,2	1.286,4
N-Ausscheidung 2012	1.334,6	1.352,7	1.319,1	1.307,8	1.280,8	1.283,1	1.259,2	1.273,9	1.277,7	1.283,3
[Gg a ⁻¹]	2010	2011								
N-Ausscheidung 2013	1.270,9	1.264,9								
N-Ausscheidung 2012	1.261,3									

Die NO-Emissionen haben sich gegenüber dem NIR 2012 in gleicher Weise wie die N₂O-Emissionen verändert, da sie aus dem gleichen N-Pool hervorgehen und die NO-Emissionsfaktoren den N₂O-Emissionsfaktoren direkt proportional sind (s. Kapitel 6.3.4.2.2). Die Veränderungen der Gesamtsumme an NO-Emissionen zeigt die nachfolgende Tabelle:

Tabelle 213: Vergleich der im NIR 2013 und NIR 2012 berichteten Gesamt-NO-Emissionen (E_{NO}) aus dem Wirtschaftsdünger-Management

[Gg a ⁻¹ NO]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E_{NO} 2013	1,724	1,530	1,507	1,508	1,412	1,415	1,423	1,387	1,360	1,350
E_{NO} 2012	1,131	1,023	1,016	1,016	1,035	1,034	1,041	1,015	1,008	1,005
[Gg a ⁻¹ NO]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
E_{NO} 2013	1,344	1,372	1,341	1,331	1,306	1,308	1,285	1,291	1,295	1,293
E_{NO} 2012	0,997	1,016	0,995	1,000	0,980	0,988	0,976	0,991	1,001	1,010
[Gg a ⁻¹ NO]	2010	2011								
E_{NO} 2013	1,267	1,237								
E_{NO} 2012	0,998									

6.3.4.6 Geplante Verbesserungen (4.B, N₂O & NO)

Bei der Berechnung von THG-Emissionen aus der Güllevergärung konnten geringe Güllemengen konzeptionsbedingt nicht berücksichtigt werden (siehe Kapitel 6.1.3.6.5). Um auch diese Güllemengen einbeziehen zu können, soll das Berechnungsverfahren überarbeitet werden.

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

6.4 Reisanbau (4.C)

In Deutschland wird kein Reis angebaut (NO).

6.5 Landwirtschaftliche Böden (4.D)

6.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.D)

CRF 4.D	Gas	HK	1990		2011		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
Direct Soil Emissions	N ₂ O	L	T/T2	29.140,6	(2,39%)	26.360,9	(2,85%)	-9,54%
Indirect Emissions	N ₂ O	L	T/T2	16.539,7	(1,36%)	14.195,7	(1,53%)	-14,17%
Pasture, Range and Paddock Manure	N ₂ O	-	-/T2	2.104,2	(0,17%)	1.315,4	(0,14%)	-37,49%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂		IE	
N ₂ O	C/D/Tier 1/Tier 2	M/AS/RS/NS	D
NO _x			D

Die Quellgruppe *Landwirtschaftliche Böden* ist hinsichtlich *direkter und indirekter N₂O-Emissionen* eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe, für *direkte Emissionen* zusätzlich auch nach dem Trend. Zusätzlich sind die N₂O-Emissionen aus Weidegang Hauptquellgruppe nach den Ergebnissen der Tier-2-Hauptquellgruppen-Analyse.

Mikrobielle Umsetzungen (Nitrifikation und Denitrifikation) von N-Verbindungen führen zu N₂O-Emissionen. Es wird zwischen direkten und indirekten N₂O-Emissionen aus Böden unterschieden. Die direkten Emissionen umfassen die N₂O-Emissionen als Folge von Wirtschaftsdünger-Ausbringung, Weidegang, Mineraldünger- und Klärschlamm-Anwendung, biologischer N-Fixierung, Ernterückständen und der Bewirtschaftung organischer Böden. So

genannte indirekte N_2O -Emissionen ergeben sich als Folge von Deposition reaktiven Stickstoffs sowie Auswaschung und Oberflächenfluss.

Die N_2O -Emissionen aus Böden lagen 2011 um 12,4 % unter denen von 1990. Ihr Anteil an den gesamten N_2O -Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft war 2011 mit 93,7 % etwas höher als 1990 mit 92,4 %.

6.5.2 Methodische Aspekte (4.D)

6.5.2.1 Methodik und Emissionsfaktoren (4.D)

6.5.2.1.1 Direkte N_2O -Emissionen (4.Ds1.1, 4.Ds1.2)

Direkte N_2O -Emissionen aus der Mineraldüngeranwendung werden mit einem Tier-1-Verfahren nach IPCC (1996b)-4.92 ff proportional zur N-Menge berechnet, die von der ausgebrachten Dünger-N-Menge nach Abzug der N-Verluste durch NH_3 - und NO-Emissionen verbleibt. Die verbleibende N-Menge wird im deutschen Inventar nicht mit Hilfe der Größe $\text{Frac}_{\text{GASF}}$ berechnet, sondern unter Verwendung der explizit berechneten NH_3 - und NO-Emissionen. (Zu $\text{Frac}_{\text{GASF}}$ siehe Kapitel 6.5.2.2.1.) Als Aktivitätsdaten werden die auf Bundesland-Ebene statistisch erfassten Verkaufsmengen von Mineraldüngern verwendet, siehe Kapitel 6.1.4.1.1. Der Emissionsfaktor wird nach IPCC(1996b)-4.89, Tabelle 4-18, mit $EF_{\text{fert, N}_2\text{O}} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$ angesetzt.

Die Berechnung direkter N_2O -Emissionen als Folge der Wirtschaftsdüngerausbringung erfolgt analog zur Vorgehensweise bei der Mineraldüngeranwendung. Der Emissionsfaktor wird entsprechend mit $EF_{\text{man, N}_2\text{O}} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$ angesetzt. Die Aktivitätsdaten, d. h. die nach der Ausbringung in den Boden gelangenden N-Mengen (siehe Kapitel 6.1.4.1.1), ergeben sich aus den ausgeschiedenen N-Mengen ohne den auf den Weidegang entfallenden Anteil (siehe Kapitel 6.1.3.4), und der Anwendung des N-Fluss-Konzepts (Kapitel 6.1.2.4).

Wirtschaftsdüngerimporte und -exporte entsprechend der Abfallstatistik ergeben seit 2008 eine Nettobilanz mit geringfügigem Exportüberschuss oder Null, so dass sie konservativ im Inventar nicht berücksichtigt werden.

Die Berechnung direkter N_2O -Emissionen aus N-Ausscheidungen beim Weidegang erfolgt nach IPCC (1996b) proportional zu der auf der Weide ausgeschiedenen N-Menge (siehe Kapitel 6.1.4.1.1). Diese wird als Produkt aus der Gesamt-N-Ausscheidung des Tieres und dem relativem Zeitanteil berechnet, den das Tier auf der Weide verbringt. Der Emissionsfaktor $EF_{\text{graz, N}_2\text{O}} = 0,02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$ ist für alle Tierkategorien einheitlich und wird auf die ausgeschiedene N-Menge angewendet.

IPCC (1996b), S. 4.89, empfiehlt, Emissionen aus der Anwendung von Klärschlämmen nicht zu berechnen. IPCC (2000) dagegen schlägt vor, Klärschlämme wie Mineral- und Wirtschaftsdünger zu behandeln. Im deutschen Inventar werden Klärschlämme wie in IPCC (2006)-11.7 angegeben bei den direkten N_2O -Emissionen berücksichtigt. Die N-Mengen, die mit Klärschlämmen in landwirtschaftliche Systeme gelangen, werden für jedes Bundesland aus Aufstellungen des Umweltbundesamtes bzw. seit 2009 des Statistischen Bundesamtes entnommen. Diese N-Mengen werden, da aus Klärschlämmen anders als bei der Mineraldüngeranwendung keine anderen N-Emissionen berechnet werden, unmittelbar als

Aktivitätsdaten verwendet, siehe Kapitel 6.1.4.1.1. Der Emissionsfaktor wird analog zur Mineraldünger-Ausbringung mit $EF_{sl, N_2O} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$ angesetzt.

Direkte N_2O -Emissionen aus der Bewirtschaftung organischer Böden werden proportional zur Fläche (siehe Kapitel 6.1.4.1.2) berechnet. Nach IPCC (2000), Table 4.17, wird der Emissionsfaktor mit $8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$ angesetzt.

Direkte N_2O -Emissionen aus biologischer N-Fixierung werden proportional zur Menge des gebundenen N (siehe Kapitel 6.1.4.1.1) berechnet. Diese wird für jede Feldfrucht als Produkt der Anbaufläche und der spezifischen Fixierungsleistung ermittelt. Die Daten zu den Anbauflächen stellt STATISTISCHES BUNDESAMT (Fachserie 3, Reihe 3) bereit, die Fixierungsraten stammen aus FAUSTZAHLEN (1993), S. 477, und von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LABER, 2005, S. 86). Der Emissionsfaktor wird in Analogie zur Mineraldüngerausbringung mit $EF_{fix, N_2O} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$ angesetzt.

Direkte N_2O -Emissionen aus Ernterückständen werden nach IPCC (2006), 11.13, proportional zu den verfügbaren N-Mengen berechnet. Diese Mengen (siehe Kapitel 6.1.4.1.1) ergeben sich aus den Anbauflächen, den Erträgen und den kulturspezifischen N-Gehalten. Daten zu Anbauflächen und Erträgen berichtet STATISTISCHES BUNDESAMT (Fachserie 3, Reihe 3). Die in den Rückständen enthaltenen relativen N-Gehalte werden der Düngeverordnung (DüV, 2007) sowie einer Aufstellung des Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ, 2007) entnommen. Die mit Stroh als Einstreu für die Tierhaltung von der Fläche entfernten N-Mengen werden abgezogen. Der Emissionsfaktor wird in Analogie zur Mineraldüngerausbringung mit $EF_{fix, N_2O} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$ angesetzt.

Eine ausführliche Beschreibung der Berechnung der direkten N_2O -Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden findet sich in RÖSEMANN et al. (2013).

6.5.2.1.2 Indirekte N_2O -Emissionen als Folge der Deposition reaktiven Stickstoffs (4.Ds1.3)

Die indirekten N_2O -Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden umfassen die N_2O -Emissionen aus der Deposition von zuvor emittiertem reaktivem Stickstoff sowie die N_2O -Emissionen aus Oberflächenabfluss und Auswaschung.

Das nachfolgend beschriebene deutsche Vorgehen zur Berechnung der depositionsbedingten N_2O -Emissionen entspricht dem Sinn des in IPCC (2006)-11.21 angegebenen Tier-1-Verfahrens. Die zu diesem Verfahren gehörige Gleichung 11.9 (IPCC, 2006)-11.21 wird von Deutschland allerdings nicht angewendet, weil diese Gleichung die $\text{NH}_3\text{-N}$ -Emissionen aus Einstreu und Leguminosenanbau sowie die NO-N -Emissionen aus Einstreu nicht berücksichtigt. Da diese Gleichung überdies nicht konsistent zur Definition von $Frac_{GASM}$ in CRF Table 4.Ds2 ist (siehe Kapitel 6.5.2.2.1), kann sie auch nur näherungsweise zur Kontrolle der im Inventar berichteten deutschen N_2O -Emissionen angewendet werden (siehe Kapitel 6.5.3).

Das deutsche Verfahren berechnet die depositionsbedingten N_2O -Emissionen als Produkt des $\text{N}_2\text{O-N}$ -Umrechnungsfaktors 44/28, des Emissionsfaktors ($0,01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$, IPCC, 1996b, Table 4-23) und der Summe der N-Gehalte folgender $\text{NH}_3\text{-}$ und NO -Emissionen, die weiter unten noch näher beschrieben werden:

- NH_3 -Emissionen aus der Mineraldüngeranwendung
- NO -Emissionen aus der Mineraldüngeranwendung

- NH₃-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management incl. Ausbringung
- NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management incl. NO als Folge der Wirtschaftsdünger-Ausbringung
- NH₃-Emissionen aus dem Weidegang
- NO-Emissionen aus dem Weidegang
- NH₃-Emissionen aus dem Leguminosenanbau

NO-Emissionen aus dem Leguminosenanbau und aus Ernterückständen werden seit der Submission 2012 nicht mehr berichtet, da weder IPCC noch EMEP (2009) hierfür eine Methode angeben. Dies lässt sich dadurch begründen, dass bei N-Fixierung durch Leguminosen kein freies Ammonium entsteht und Ernterückstände als NO-Quelle implizit in den Messungen für NO-Emissionsfaktoren für Dünger berücksichtigt sind, da die im Inventar verwendeten Emissionsfaktoren in STEHFEST & BOUWMAN (2006) ohne Abzug von „Hintergrund-Emissionen“ als gemessene Gesamtemission pro Düngungsmenge berechnet wurden.

NH₃- und NO-Emissionen aus der Mineraldüngeranwendung werden proportional zur ausgebrachten N-Menge berechnet. Die NH₃-Emissionsfaktoren für die verschiedenen Dünger-Typen werden nach EMEP (2009)-4D-Table 3-2 als Funktion der Frühlingstemperatur berechnet. Letztere beruht auf regional differenzierten Angaben des Deutschen Wetterdienstes (siehe RÖSEMANN et al., 2013). Der NO-Emissionsfaktor ist in Kapitel 6.5.2.1.4 angegeben.

NH₃-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden getrennt für Stall-, Lager- und Ausbringungsbereich berechnet, wobei die am Anfang der Stall-Lager-Ausbringungskette stehende N-Menge auch den mit der Einstreu eingebrachten Stickstoff einschließt (siehe Kapitel 6.1.2.4 und 6.1.3.6.2). Für die in Deutschland üblichen Stall-, Lager- und Ausbringverfahren existieren differenzierte NH₃-Emissionsfaktoren (siehe RÖSEMANN et al., 2013).

NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden zum einen für den Stall- und Lagerbereich gemeinsam und zum anderen als Folge der Wirtschaftsdünger-Ausbringung berechnet. Die NO-Emissionsfaktoren für den Stall-Lager-Bereich werden mit 10 % des jeweiligen N₂O-Emissionsfaktors angesetzt (siehe Kapitel 6.3.4.2.1 und 6.3.4.2.2). Der Emissionsfaktor für NO als Folge der Ausbringung ist in Kapitel 6.5.2.1.4 angegeben.

NH₃- und NO-Emissionen als Folge der Ausscheidungen bei Weidegang werden proportional zur ausgeschiedenen N-Menge berechnet. Die NH₃-Emissionsfaktoren sind nach Tierart differenziert, siehe EMEP (2009)-4B-26. Der NO-Emissionsfaktor ist in Kapitel 6.5.2.1.4 angegeben.

NH₃-Emissionen aus dem Leguminosenanbau werden proportional zur fixierten N-Menge berechnet (zur Berechnung der fixierten N-Menge siehe Kapitel 6.5.2.1.1). Der NH₃-Emissionsfaktor wird nach EMEP (2007)-B1020-12 als $EF_{\text{fix, NH}_3} = 0,01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$ angesetzt.

Eine ausführliche Beschreibung der Berechnung der indirekten N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden findet sich in RÖSEMANN et al. (2013).

6.5.2.1.3 Indirekte N_2O -Emissionen als Folge von Auswaschung und Oberflächenabfluss (4.Ds1.3)

Die indirekten N_2O -Emissionen als Folge von Auswaschung und Oberflächenabfluss werden nach dem Tier-1-Verfahren nach IPCC (1996b), S. 4.109, als Produkt aus N_2O -N-Umrechnungsfaktor 44/28, ausgewaschener N-Menge (siehe Kapitel 6.1.4.1.4) und Emissionsfaktor ($0,025 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$, IPCC, 1996b, Tabelle 4-23) berechnet.

Eine ausführliche Beschreibung der Berechnung der indirekten N_2O -Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden findet sich in RÖSEMANN et al. (2013).

6.5.2.1.4 NO -Emissionen

Die Vorgehensweise zur Berechnung der NO -Emissionen wird in Kapitel 6.5.2.1.2 beschrieben. Die verwendeten Emissionsfaktoren sind der nachstehenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 214: Emissionsfaktoren EF_{NO} für NO -Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden

	EF_{NO} $\text{kg kg}^{-1} \text{ NO-N}$	Anmerkung
Mineraldünger-Ausbringung	0,012	STEHFEST & BOUWMAN (2006)
Wirtschaftsdünger-Ausbringung	0,012	STEHFEST & BOUWMAN (2006)
Weidegang	0,007	EMEP (2007), B1020-12

6.5.2.1.5 $NM VOC$ -Emissionen

IPCC stellt keine Methode zur Berechnung von $NM VOC$ -Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden und Kulturen bereit. EMEP (2009) gibt zwar ein Verfahren an, aber keine Emissionsfaktoren. Da keine wissenschaftlich fundierten Berechnungsgrundlagen vorliegen, werden wie bei Sektor 4.B (siehe Kapitel 6.3.3) auch bei Sektor 4.D keine $NM VOC$ -Emissionen berichtet.

6.5.2.2 Die $Frac$ -Größen

6.5.2.2.1 $Frac_{GASF}$ und $Frac_{GASM}$

$Frac_{GASF}$ und $Frac_{GASM}$ wurden nach der abgeschlossenen Emissionsberechnung mit Hilfe von Ein- und Ausgabedaten berechnet. Sie stellen also Diagnose-Größen dar und wurden nicht zur Emissionsberechnung verwendet.

$Frac_{GASF}$, siehe Tabelle 215, gibt den relativen Anteil der N-Menge an, die als Folge der Ausbringung von Mineraldüngern als NH_3 -N und NO -N emittiert wird ($Frac_{GASF}$). $Frac_{GASF}$ wird wie in CRF-4.Ds2 definiert berechnet.

Tabelle 215: $Frac_{GASF}$ (4.Ds2)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
$Frac_{GASF}$	0,034	0,034	0,033	0,036	0,037	0,037	0,038	0,038	0,039	0,039
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$Frac_{GASF}$	0,039	0,043	0,043	0,043	0,044	0,042	0,044	0,046	0,043	0,054
	2010	2011								
$Frac_{GASF}$	0,044	0,048								

Für $Frac_{GASM}$ entspricht die in CRF-4.Ds2 angegebene Definition („Fraction of livestock N excretion that volatilizes as NH_3 and NO_x “) der implizit durch Gleichung 9 in IPCC (1996b)-

4.112 gegebenen Definition. Dies wird deutlich, wenn Gleichung 9 in IPCC (1996b)-4.112 nach $Frac_{GASM}$ umgeformt wird:

Gleichung 12: Ableitung von $Frac_{GASM}$ aus Gleichung 9 in IPCC (1996b)-4.112

$$Frac_{GASM, Eq. 9} = \frac{E_{N_2O} / EF_4 - N_{fert} \cdot Frac_{GASF}}{N_{ex}}$$

mit

$Frac_{GASM, Eq. 9}$	$Frac_{GASM}$ -Größe aus Gleichung 9 in IPCC (1996b)-4.112 (in Gg Gg ⁻¹)
E_{N_2O} / EF_4	Gesamtemission von N ₂ O-N aus landwirtschaftlichen Böden aufgrund der Deposition von reaktivem Stickstoff aus der Emission von NH ₃ -N und NO-N (in Gg a ⁻¹ N ₂ O-N)
$N_{fert} \cdot Frac_{GASF}$	Emission von N ₂ O-N durch Deposition von reaktivem Stickstoff aus der Emission von NH ₃ -N und NO-N bei der Anwendung von Mineraldünger (in Gg a ⁻¹ N ₂ O-N)
N_{ex}	ationale Gesamt-N-Menge aus tierischen Ausscheidung (in Gg a ⁻¹ N)

NH₃- und NO-Emissionen aus der im deutschen Inventar mitberücksichtigten Einstreu finden in dieser Definition keinen Platz. Die durch Einstreu eingebrachte N-Menge und die daraus resultierenden Emissionen sind aber Bestandteil des von Deutschland angewendeten N-Fluss-Konzeptes (siehe Kapitel 6.1.2.4) und müssen daher auch in der Definition einer $Frac_{GASM}$ -Größe mitberücksichtigt werden, um die Konsistenz der deutschen Inventarergebnisse zu gewährleisten. Daraus resultiert die Definition der von Deutschland berichteten Größe $Frac_{GASM, Germany}$:

Gleichung 13: Definition der Größe $Frac_{GASM, Germany}$

$$Frac_{GASM, Germany} = \frac{E_{NH_3-N, MM} + E_{NH_3-N, grazing} + E_{NO-N, storage} + E_{NO-N, application} + E_{NO-N, grazing}}{m_{excr} + m_{straw}}$$

mit

$Frac_{GASM, Germany}$	Anteil des Stickstoffs aus tierischen Ausscheidungen und Einstreu (Stroh), der als NH ₃ -N and NO-N emittiert wird (in Gg Gg ⁻¹)
$E_{NH_3-N, MM}$	Emission von NH ₃ -N aus dem Wirtschaftsdünger-Management (in Gg a ⁻¹ NH ₃ -N)
$E_{NH_3-N, grazing}$	Emission von NH ₃ -N aus Weidegang (in Gg a ⁻¹ NH ₃ -N)
$E_{NO-N, storage}$	Emission von NO-N aus dem Wirtschaftsdünger-Lager (in Gg a ⁻¹ NO-N)
$E_{NO-N, application}$	Emission von NO-N infolge von Wirtschaftsdünger-Ausbringung (in Gg a ⁻¹ NO-N)
$E_{NO-N, grazing}$	Emission von NO-N infolge von N-Ausscheidung auf der Weide (in Gg a ⁻¹ NO-N)
m_{excr}	in der Tierhaltung (einschließlich Weidegang) ausgeschiedene N-Menge (in Gg a ⁻¹ N)
m_{straw}	in der Tierhaltung durch Einstreu (Stroh) eingebrachte N-Menge (in Gg a ⁻¹ N)

Wegen der oben genannten Unterschiede in den $Frac_{GASM}$ -Definitionen ist es nicht möglich, durch Einsetzen von $Frac_{GASM, Germany}$ in Gleichung 9 aus IPCC (1996b)-4.112 die im deutschen Inventar berichteten indirekten N₂O-Emissionen (CRF-4.Ds1.3.1) nachzuvollziehen.

Aufgrund der zeitlich variierenden Eingangsdaten ist $Frac_{GASM, Germany}$ keine Konstante, siehe Tabelle 216.

Tabelle 216: $Frac_{GASM, Germany}$ (4.Ds2)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
$Frac_{GASM, Germany}$	0,317	0,316	0,316	0,314	0,307	0,305	0,304	0,304	0,305	0,304
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$Frac_{GASM, Germany}$	0,304	0,303	0,303	0,304	0,304	0,303	0,302	0,301	0,300	0,298
	2010	2011								
$Frac_{GASM, Germany}$	0,296	0,296								

Die Werte von $Frac_{GASM, Germany}$ sind gegenüber dem NIR 2012 leicht angestiegen. Dies ist zum Einen die Folge eines Anstiegs der NH_3 -Emissionen infolge einer Aktualisierung des N-Fluss-Konzepts bzgl. der Berücksichtigung der N_2O -, NO - und N_2 -Emissionen aus Stall und Lager (siehe Kapitel 6.1.2.4), die zu einem erhöhten TAN-Gehalt bei der Ausbringung führte. Zum Anderen gehen die höheren $Frac_{GASM, Germany}$ -Werte auf einen Anstieg der NO -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management zurück. Dieser Anstieg wurde indirekt durch den neuen höheren N_2O -Emissionsfaktor verursacht, der durch die vorgegebene Proportionalität (siehe Kapitel 6.3.4.2.2) auch zu einem Anstieg des NO -Emissionsfaktors führte.

6.5.2.2.2 Die übrigen Frac-Verhältnisgrößen

Die nachstehend beschriebenen Frac-Größen sind mit Ausnahme von $Frac_{LEACH}$ reine Diagnose-Größen, die nicht zur Emissionsberechnung verwendet wurden.

$Frac_{BURN}$ wird nicht berichtet (NO), da das Verbrennen von Ernterückständen auf dem Feld in Deutschland untersagt ist.

$Frac_{FUEL}$ wird nicht berichtet (NO), da die Verwendung von Tierexkrementen als Brennstoffmaterial in Deutschland keine Bedeutung hat.

$Frac_{GRAZ}$ wurde entsprechend der Definition in CRF-4.Ds2 als Verhältnis von beim Weidegang ausgeschiedenen N zur Gesamtausscheidung von N berechnet. Die gegenüber dem NIR 2012 etwas höheren $Frac_{GRAZ}$ -Werte gehen auf die geänderte Zuordnung der Schlacht- und Mastkühe zurück (siehe Kapitel 6.1.3.2), da Mutterkühe einen höheren Weideganganteil aufweisen als Färsen, zu denen die Schlacht- und Mastkühe bis zum NIR 2012 gezählt wurden.

Tabelle 217: $Frac_{GRAZ}$ (4.Ds2)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
$Frac_{GRAZ}$	0,134	0,137	0,137	0,139	0,122	0,126	0,126	0,125	0,123	0,124
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$Frac_{GRAZ}$	0,123	0,121	0,118	0,116	0,115	0,113	0,112	0,110	0,110	0,109
	2010	2011								
$Frac_{GRAZ}$	0,109	0,107								

$Frac_{LEACH}$ gibt den relativen Anteil des N-Eintrags in Böden an, der durch Auswaschung und Oberflächenabfluss verloren geht. Für $Frac_{LEACH}$ wurde im deutschen Inventar nach IPCC (1996b), S. 4.106 ein konstanter Wert von $0,30 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ angesetzt.

$Frac_{NCRBF}$ beschreibt den N-Anteil an der Trockenmasse von N-fixierenden Pflanzen. Dieser Anteil wurde als gewichtetes Mittel aus den Beiträgen von Futtererbsen, Ackerbohnen, Gelblupinen, Klee, kleehaltige Gemische, Luzerne, Gemüseerbsen, Buschbohnen und Stangenbohnen berechnet. Dabei wurde der N-Gehalt der ganzen Pflanze einschließlich des Ernteguts zugrunde legt.

Tabelle 218: $Frac_{NCRBF}$ (4.Ds2)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
$Frac_{NCRBF}$	0,0481	0,0490	0,0475	0,0473	0,0469	0,0450	0,0438	0,0430	0,0417	0,0406
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$Frac_{NCRBF}$	0,0417	0,0395	0,0402	0,0373	0,0395	0,0417	0,0424	0,0441	0,0437	0,0437
	2010	2011								
$Frac_{NCRBF}$	0,0434	0,0442								

$Frac_{NCR0}$ beschreibt den N-Anteil an der Trockenmasse von nicht-N-fixierenden Pflanzen (gewichtetes Mittel aus Ackerbau- und Gartenbau). Dabei wurde der N-Gehalt der ganzen Pflanze einschließlich des Ernteguts zugrunde legt.

Tabelle 219: $Frac_{NCR0}$ (4.Ds2)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
$Frac_{NCR0}$	0,0274	0,0265	0,0272	0,0272	0,0271	0,0264	0,0260	0,0253	0,0255	0,0248
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$Frac_{NCR0}$	0,0251	0,0241	0,0251	0,0234	0,0231	0,0240	0,0236	0,0245	0,0225	0,0224
	2010	2011								
$Frac_{NCR0}$	0,0232	0,0241								

$Frac_R$ bzw. $Frac_{Remove}$ wurde nach der in CRF4.Ds2 angegebenen Definition als Anteil der oberirdischen Biomasse berechnet, der als Erntegut abgefahren wird. Dieser Anteil lässt sich für diejenigen Feldfrüchte sinnvoll bestimmen, die oberirdische Früchte ausbilden und wurde im deutschen Inventar für Getreide, Raps, Erbsen, Bohnen, Lupinen und Gräser berechnet. Hackfrüchte und Gemüse wurden nicht berücksichtigt, letztere wegen unzureichender Datengrundlage. Die Strohmenngen, die als Einstreu dienen (Kapitel 6.1.3.6.5), gingen ebenfalls nicht die Berechnung von $Frac_R$ bzw. $Frac_{Remove}$ ein.

Tabelle 220: $Frac_R$ ($Frac_{Remove}$) (4.Ds2)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
$Frac_R$	0,65	0,64	0,64	0,64	0,63	0,63	0,64	0,63	0,63	0,62
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$Frac_R$	0,63	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,63	0,63	0,63
	2010	2011								
$Frac_R$	0,63	0,66								

6.5.2.3 Emissionen (4.D)

Die Ergebnisse der N_2O - und NO -Emissionsberechnungen sind in Tabelle 221 dargestellt. Die Zeitreihen der N_2O -Emissionen aus den verschiedenen Teilquellen sind in Tabelle 225 im Rahmen der Rückrechnungen wiedergegeben.

Tabelle 221: N_2O - und NO -Emissionen E_{N_2O} und E_{NO} aus landwirtschaftlich genutzten Böden (4s1, 4s2)

$[Gg\ a^{-1}\ N_2O],$ $[Gg\ a^{-1}\ NO]$	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E_{N_2O}	154,1	142,6	136,8	135,7	127,1	134,1	134,8	135,1	136,3	139,5
E_{NO}	88,8	81,3	78,7	75,6	70,2	74,7	74,4	73,4	74,2	77,0
$[Gg\ a^{-1}\ N_2O],$ $[Gg\ a^{-1}\ NO]$	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
E_{N_2O}	141,5	138,0	133,5	130,0	136,4	133,8	131,2	127,7	135,8	129,5
E_{NO}	79,5	75,6	73,4	73,0	73,5	72,2	71,9	67,4	72,8	66,3
$[Gg\ a^{-1}\ N_2O],$ $[Gg\ a^{-1}\ NO]$	2010	2011								
E_{N_2O}	126,9	135,1								
E_{NO}	66,5	72,0								

Deutlich zu erkennen ist in Tabelle 221 die Abnahme der N_2O -Emissionen von 1990 zu 1992. Danach schwanken die N_2O -Emissionen um einen Mittelwert von 133,8 $Gg\ a^{-1}\ N_2O$. Das Maximum der Emissionen trat mit 154,1 $Gg\ a^{-1}\ N_2O$ im Jahr 1990 auf, das Minimum von 126,9 $Gg\ a^{-1}\ N_2O$ ist im Jahr 2010 zu verzeichnen. Dieser Zeitverlauf ist im Wesentlichen eine Folge der von Jahr zu Jahr variierenden N_2O -Emissionen aus der

Mineraldüngeranwendung (siehe Tabelle 224), die sich wiederum aus den jährlich schwankenden Mineraldüngermengen ergeben (siehe Tabelle 171).

2011 ist ein Anteil von 28,4 % der N₂O-Emissionen aus Böden den indirekten Emissionen als Folge von Auswaschung und Oberflächenabfluss zuzuordnen, 24,7 % dem Einsatz von Mineraldüngern, 14,1 % den Ernterückständen, 11,4 % der Bewirtschaftung organischer Böden und 11,1 % der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern. Der Rest von insgesamt 10 % umfasst die Emissionen aus Weidegang, Klärschlamm und Leguminosen, sowie die indirekten Emissionen als Folge der Deposition reaktiver N-Spezies.

6.5.3 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.D)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Kapitel 6.1.6 vermittelt einen Überblick über die umgesetzten Maßnahmen zu QS/QK und Verifizierung.

Zum Zweck der Verifizierung vergleicht die nachfolgende Tabelle die für den vorliegenden NIR 2013 verwendeten N₂O-Emissionsfaktoren mit den letztjährigen Daten benachbarter Staaten einschließlich des Vereinigten Königreiches (UNFCCC, 2012). Mit wenigen Ausnahmen verwenden alle aufgeführten Staaten die Default-Emissionsfaktoren von IPCC (1996b).

Tabelle 222: Vergleich der im deutschen Inventar verwendeten N₂O-Emissionsfaktoren mit denen benachbarter Staaten für das Jahr 2010

[kg kg ⁻¹ N ₂ O-N]	<i>EF</i> _{N₂O} , min fert	<i>EF</i> _{N₂O} , manure	<i>EF</i> _{N₂O} , legumes	<i>EF</i> _{N₂O} , crop residues	<i>EF</i> _{N₂O} , histosols *	<i>EF</i> _{N₂O} , grazing	<i>EF</i> _{N₂O} , deposition	<i>EF</i> _{N₂O} , leaching
Österreich	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	NO	0,0200	0,010	0,0250
Belgien	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	8,00	0,0000	0,025	0,0000
Tschechische Republik	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	NO	0,0200	0,010	0,0250
Dänemark	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	7,96	0,0125	0,000	0,0100
Frankreich	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	NO	0,0125	0,000	0,0100
Deutschland	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	8,00	0,02	0,010	0,025
Niederlande	0,0130	0,0087	0,0100	0,0100	4,70	0,0330	0,010	0,0250
Polen	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	8,00	0,0200	0,010	0,0251
Schweiz	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	8,00	0,0200	0,010	0,0250
Vereinigtes Königreich	0,0112	0,0100	0,0125	0,0125	8,00	0,0200	0,016	0,0459
IPCC(1996)-3-4.89, 4.97, 4.105	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	5,00	0,0200	0,010	0,0250
IPCC (2000)-4.43, 4.60, 4.73	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	8,00	0,0200	0,010	0,0250
IPCC(2006)-11.6, 11.11, 11.24	0,0100	0,0100	Keine Methode	0,0100	8,00	0,01 0,02	0,010	0,0075

* Einheit: kg ha⁻¹ N₂O-N

Quelle: Deutschland: Submission 2013; andere Länder: UNFCCC, 2012

In Tabelle 223 sind die für Deutschland ermittelten Anteile *Frac*_{GASF}, *Frac*_{GASM}, *Frac*_{GRAZ}, *Frac*_{LEACH}, *Frac*_{NCR0}, *Frac*_{NCRBF} und *Frac*_{Remove} den Ergebnissen solcher Staaten, die benachbart sind oder deren landwirtschaftliche Praxis mit der deutschen vergleichbar ist, gegenüber gestellt.

Die Streuung bei $Frac_{GASF}$ kann auf unterschiedliche Anteile von Harnstoff zurückgeführt werden. Eine umfassende Beurteilung ist aber nicht möglich, da die Anteile verschiedener Düngerarten an den Gesamtdüngermengen nicht bekannt sind.

Die Streuung bei $Frac_{GASM}$ ist auf die unterschiedlichen Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten in den Nachbarländern zurückzuführen. Der deutsche $Frac_{GASM}$ -Wert entspricht der in Kapitel 6.5.2.2.1 definierten Größe $Frac_{GASM, Germany}$.

Bei $Frac_{LEACH}$ ist festzustellen, dass die Mehrheit der Nachbarländer den IPCC-Defaultwert verwendet. Die Verwendungen anderer $Frac_{LEACH}$ -Werte lässt sich ohne weitere Informationen nicht nachvollziehen. Dies trifft im Prinzip auch auf $Frac_{NCR0}$, $Frac_{NCRBF}$ und $Frac_R$ zu, wobei Deutschland diese Größen aus dem zur Emissionsberechnung verwendeten Datenmaterial berechnet.

Tabelle 223: Vergleich der im deutschen Inventar verwendeten $Frac$ -Größen mit denen benachbarter Staaten, Jahr 2010

[kg kg ⁻¹]	$Frac_{GASF}$	$Frac_{GASM}$	$Frac_{GRAZ}$	$Frac_{LEACH}$	$Frac_{NCR0}$	$Frac_{NCRBF}$	$Frac_{Remove}$
Österreich	0,04	0,27	0,06	0,30	0,01	0,03	0,34
Belgien	0,04	0,21	0,31	0,12	0,02	0,03	0,50
Tschechische Republik	0,10	0,20	0,15	0,30	0,02	0,03	0,45
Dänemark	0,02	0,19	0,08	0,33	0,02	0,04	0,86
Frankreich	0,10	0,20	0,41	0,30	0,01	0,03	NA
Deutschland	0,04	0,30^a	0,11	0,30	0,02	0,04	0,63
Niederlande	0,05	0,09	0,16	0,12	NE	NE	NE
Polen	0,10	0,20	0,07	0,30	0,01	0,03	0,53
Schweiz	0,04	0,33	0,19	0,20	0,02	0,02	0,72
Vereinigtes Königreich	0,10	0,20	0,52	0,30	0,02	0,03	0,45
IPCC(1996)-3-4.94, 4.106	0,100	0,200	Table 4-19	0,30	0,02	0,03	0,45
IPCC(2006)-11.13, 11.14, 11.24	0,100	0,200		0,30			

^{a)} $Frac_{GASM, Germany}$ nach Kapitel 6.5.2.2.1

Quelle: Deutschland: Submission 2013; andere Länder: UNFCCC, 2012

6.5.4 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.D)

Hinsichtlich der Unsicherheiten der N₂O-Emissionen im Bereich der landwirtschaftlich genutzten Böden wird auf Tabelle 176 in Kapitel 6.1.5 (Gesamt-Unsicherheit des deutschen THG-Inventars) verwiesen.

EMEP (2009)-4D-11, Table 3-1, gibt für den NO-Emissionsfaktor bei Ausbringung von Mineral- und Wirtschaftsdünger einen Unsicherheitsbereich (95 %-Konfidenzintervall) an, der ungefähr einem Faktor 5 entspricht. Dieser Faktor dürfte (in Anbetracht der erheblich geringeren Unsicherheit bei den Aktivitätsdaten) auch auf die NO-Emissionen selbst zutreffen.

Für NO aus Weidegang wird nach EMEP (2007)-1020-15 ein Unsicherheitsfaktor von 5 und mehr für möglich erachtet.

Alle Emissionszeitreihen sind konsistent, da sie für alle Jahre des Berichtszeitraumes jeweils mit der gleichen Methode berechnet wurden und die Eingangsdaten ebenfalls konsistent sind.

6.5.5 Quellspezifische Rückrechnungen (4.D)

Im Vergleich zum NIR 2012 haben sich die folgenden Veränderungen ergeben, siehe Tabelle 224 und Tabelle 225:

- Die N-Einträge durch Wirtschaftsdüngerausbringung sind in der gesamten Zeitreihe geringer. Der Grund dafür liegt im Wesentlichen in höheren N-Verlusten aus dem Bereich Stall/Lager infolge des neuen höheren N_2O -Emissionsfaktors für Festmist (siehe Kapitel 6.3.4.2.2), der durch die vorgegebene Proportionalität (siehe Kapitel 6.3.4.2.2) auch zu einem Anstieg der NO - und N_2 -Emissionen aus Stall und Lager führte. Diese N-Verluste werden durch andere Änderungen (Tierleistung, siehe Kapitel 6.1.3.3; Neuordnung der Schlacht- und Mastkühe zu den Mutterkühen, siehe Kapitel 6.1.3.1) nicht kompensiert.
- Die N-Einträge durch Weidegang sind in der gesamten Zeitreihe leicht höher aufgrund der Datenaktualisierung im Bereich Tierleistung (siehe Kapitel 6.1.3.3) sowie der Neuordnung der Schlacht- und Mastkühe zu den Mutterkühen (siehe Kapitel 6.1.3.1).
- Die N-Einträge durch Ernterückstände sind in der gesamten Zeitreihe aufgrund einer erhöhten Strohabfuhr vom Acker leicht niedriger. Der Anstieg der Strohabfuhr ist eine Folge der Neuordnung der Schlacht- und Mastkühe zu den insgesamt mehr Stroh benötigten Mutterkühen (siehe Kapitel 6.1.3.1) und 6.1.3.6.2).
- Die gestiegenen N-Einträge aus der Deposition reaktiven Stickstoffs sind zum Teil die Folge eines Anstiegs bei den tierischen N-Ausscheidungen und der damit verbundenen Zunahme von NH_3 - und NO -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (siehe Kapitel 6.1.3.2 bis 6.1.3.4). Ein zusätzlicher Anstieg der NH_3 -Emissionen entstand durch die Aktualisierung des N-Fluss-Konzepts bzgl. der Berücksichtigung der N_2O -, NO - und N_2 -Emissionen aus Stall und Lager (siehe Kapitel 6.1.2.4), die zu einem erhöhten TAN-Gehalt bei der Ausbringung führt. Ein zusätzlicher Anstieg der NO -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wurde indirekt durch den neuen höheren N_2O -Emissionsfaktor verursacht, der durch die vorgegebene Proportionalität (siehe Kapitel 6.3.4.2.2) auch zu einem Anstieg des NO -Emissionsfaktors führte.
- Die ausgewaschene N-Menge (incl. Oberflächenabfluss) ist im NIR 2013 für 1990 höher als im NIR 2012, während sie in allen anderen Jahren niedriger ist als im NIR 2012. Der Unterschied für 1990 erklärt sich durch höhere Gewichte für Milchkühe in den 4 östlichen Flächenbundesländern (siehe Kapitel 6.1.3.3). Die im NIR 2013 niedrigeren N-Mengen ab 1991 wurden durch höhere N-Verluste aus dem Festmistlager (durch N_2O) und bei der Ausbringung (durch NH_3) verursacht. Dabei wurde der Anstieg der N_2O -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management durch den neuen höheren N_2O -Emissionsfaktor verursacht (siehe Kapitel 6.3.4.2.2). Ein Anstieg der NH_3 -Emissionen bei der Ausbringung entstand durch eine Aktualisierung des N-Fluss-Konzepts bzgl. der Berücksichtigung der N_2O -, NO - und N_2 -Emissionen aus Stall und Lager (siehe Kapitel 6.1.2.4), die zu einem erhöhten TAN-Gehalt bei der Ausbringung führte.
- Der N-Eintrag durch Klärschlamm wurde für 2010 aktualisiert (Kapitel 6.1.4.1.1).
- Die Flächen der organischen Böden wurde aktualisiert (siehe Kapitel 6.1.4.1.2).

- Bei den N₂O-Emissionen (siehe Tabelle 225) verhalten sich wegen der Linearität der Emissionsberechnung (Emission = Aktivitätswert * Emissionsfaktor) die Unterschiede zwischen NIR 2012 und NIR 2013 analog zu den Unterschieden der zur Verfügung stehenden N-Mengen (siehe Tabelle 224) bzw. – bei den organischen Böden – der Flächenwerte.

Als Resultat der oben beschriebenen Veränderungen sind die für den NIR 2013 berechneten N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden mit Ausnahme des Jahres 1990 stets niedriger als die im NIR 2012 berichteten Werte.

Tabelle 224: Vergleich der im NIR 2013 und NIR 2012 berichteten N-Mengen zur Berechnung der N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden (4.D)

[Gg a ⁻¹ N]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Mineraldünger 2013	2.089,3	1.943,3	1.863,1	1.744,9	1.552,9	1.720,8	1.702,7	1.689,9	1.718,2	1.827,7
Mineraldünger 2012	2.089,3	1.943,3	1.863,1	1.744,9	1.552,9	1.720,8	1.702,7	1.689,9	1.718,2	1.827,7
Wirtschaftsdünger 2013	911,4	808,4	797,4	795,9	812,9	810,6	816,6	801,0	804,5	799,1
Wirtschaftsdünger 2012	913,6	821,0	810,5	808,6	823,1	821,0	827,8	811,1	814,2	807,8
Weidegang 2013	216,0	196,0	193,9	196,1	169,5	173,9	175,7	171,1	169,2	168,8
Weidegang 2012	206,4	191,7	190,7	192,9	166,7	170,8	173,3	168,6	166,2	166,1
Ernterückstände 2013	840,3	801,6	727,0	801,4	739,4	784,5	813,4	855,2	857,5	867,3
Ernterückstände 2012	841,4	802,4	727,6	802,1	740,0	785,2	813,9	855,8	858,2	867,7
N-Fixierung 2013	140,4	102,8	87,0	91,6	93,2	95,6	98,9	106,8	115,6	107,7
N-Fixierung 2012	140,4	102,8	87,0	91,6	93,2	95,6	98,9	106,8	115,6	107,7
Indirekt, Deposition 2013	600,3	535,5	524,6	522,5	496,4	501,7	503,6	495,5	499,8	500,3
Indirekt, Deposition 2012	587,7	529,0	518,6	516,5	491,0	496,1	498,5	490,5	494,3	494,5
Ind., Auswaschung 2013	1.118,0	1.026,9	977,8	967,5	898,2	958,7	964,5	968,7	978,8	1.007,0
Ind., Auswaschung 2012	1.116,7	1.029,6	980,8	970,5	900,4	961,0	967,1	971,0	980,9	1.008,8
Klärschlamm 2013	27,4	27,4	26,2	26,2	26,2	35,3	35,3	34,1	31,6	31,5
Klärschlamm 2012	27,4	27,4	26,2	26,2	26,2	35,3	35,3	34,1	31,6	31,5
[Gg a ⁻¹ N]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Mineraldünger 2013	1.935,9	1.768,3	1.713,9	1.710,8	1.747,6	1.704,1	1.705,6	1.525,9	1.728,8	1.467,3
Mineraldünger 2012	1.935,9	1.768,3	1.713,9	1.710,8	1.747,6	1.704,1	1.705,6	1.525,9	1.728,8	1.467,3
Wirtschaftsdünger 2013	790,6	805,1	788,1	783,2	768,4	773,6	761,0	772,2	775,9	781,9
Wirtschaftsdünger 2012	800,0	813,9	797,6	792,4	777,6	782,5	770,2	781,7	785,6	791,4
Weidegang 2013	165,0	165,4	156,4	152,6	148,1	145,4	141,3	140,3	140,8	140,4
Weidegang 2012	162,0	161,9	153,7	150,1	145,7	143,1	139,2	138,7	139,3	139,0
Ernterückstände 2013	851,3	881,3	828,4	728,2	932,9	890,5	828,5	890,4	956,4	999,6
Ernterückstände 2012	851,9	882,0	829,0	728,7	933,4	890,9	828,9	890,7	956,7	999,9
N-Fixierung 2013	95,6	102,3	97,5	95,5	91,7	94,7	92,7	83,2	76,4	78,3
N-Fixierung 2012	95,6	102,3	97,5	95,5	91,8	94,7	92,7	83,2	76,4	78,3
Indirekt, Deposition 2013	497,4	503,9	492,1	488,7	483,0	476,8	472,4	470,9	474,2	478,6
Indirekt, Deposition 2012	491,9	497,7	486,6	483,1	477,5	471,6	467,6	467,4	471,6	476,6
Ind., Auswaschung 2013	1.025,6	993,7	956,8	926,8	984,8	963,1	942,0	911,1	982,0	926,0
Ind., Auswaschung 2012	1.027,6	995,5	958,9	928,8	986,8	965,1	944,1	913,4	984,3	928,3
Klärschlamm 2013	33,0	29,9	28,2	29,3	28,3	27,4	27,0	27,8	27,7	27,9
Klärschlamm 2012	33,0	29,9	28,2	29,3	28,3	27,4	27,0	27,8	27,7	27,9
[Gg a ⁻¹ N]	2010	2011								
Mineraldünger 2013	1.499,3	1.701,6								
Mineraldünger 2012	1.499,3									
Wirtschaftsdünger 2013		775,5								
Wirtschaftsdünger 2012		780,0								
Weidegang 2013	138,4	135,0								
Weidegang 2012	136,6									
Ernterückstände 2013	905,2	969,2								
Ernterückstände 2012	905,5									
N-Fixierung 2013		79,6								
N-Fixierung 2012		77,0								
Indirekt, Deposition 2013	457,4	469,8								
Indirekt, Deposition 2012	454,4									
Ind., Auswaschung 2013	907,0	977,7								
Ind., Auswaschung 2012	907,7									
Klärschlamm 2013	28,4	28,4								
Klärschlamm 2012	27,9									

Tabelle 225: Vergleich der im NIR 2013 und NIR 2012 berichteten N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden (4.D)

[Gg a ⁻¹ N ₂ O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E_{N2O} gesamt 2013	154,1	142,6	136,8	135,7	127,1	134,1	134,8	135,1	136,3	139,5
E_{N2O} gesamt 2012	153,7	142,7	137,0	135,9	127,2	134,2	135,0	135,2	136,4	139,6
Mineraldünger 2013	41,0	38,2	36,6	34,3	30,5	33,8	33,4	33,2	33,7	35,9
Mineraldünger 2012	41,0	38,2	36,6	34,3	30,5	33,8	33,4	33,2	33,7	35,9
Wirtschaftsdünger 2013	17,6	15,6	15,4	15,4	15,7	15,7	15,8	15,5	15,6	15,5
Wirtschaftsdünger 2012	17,7	15,9	15,7	15,6	15,9	15,9	16,0	15,7	15,8	15,6
Weidegang 2013	6,8	6,2	6,1	6,2	5,3	5,5	5,5	5,4	5,3	5,3
Weidegang 2012	6,5	6,0	6,0	6,1	5,3	5,4	5,5	5,3	5,2	5,2
Ernterückstände 2013	16,5	15,7	14,3	15,7	14,5	15,4	16,0	16,8	16,8	17,0
Ernterückstände 2012	16,5	15,8	14,3	15,8	14,5	15,4	16,0	16,8	16,9	17,0
Organische Böden 2013	15,5	15,5	15,5	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6
Organische Böden 2012	15,5	15,5	15,5	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6
N-Fixierung 2013	2,8	2,0	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,1	2,3	2,1
N-Fixierung 2012	2,8	2,0	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,1	2,3	2,1
Indirekt, Deposition 2013	9,4	8,4	8,2	8,2	7,8	7,9	7,9	7,8	7,9	7,9
Indirekt, Deposition 2012	9,2	8,3	8,1	8,1	7,7	7,8	7,8	7,7	7,8	7,8
Ind., Auswaschung 2013	43,9	40,3	38,4	38,0	35,3	37,7	37,9	38,1	38,5	39,6
Ind., Auswaschung 2012	43,9	40,4	38,5	38,1	35,4	37,8	38,0	38,1	38,5	39,6
Klärschlamm 2013	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6
Klärschlamm 2012	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6
[Gg a ⁻¹ N ₂ O]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
E_{N2O} gesamt 2013	141,5	138,0	133,5	130,0	136,4	133,8	131,2	127,7	135,8	129,5
E_{N2O} gesamt 2012	141,6	138,0	133,6	130,1	136,5	133,9	131,4	127,9	136,0	129,7
Mineraldünger 2013	38,0	34,7	33,7	33,6	34,3	33,5	33,5	30,0	34,0	28,8
Mineraldünger 2012	38,0	34,7	33,7	33,6	34,3	33,5	33,5	30,0	34,0	28,8
Wirtschaftsdünger 2013	15,3	15,6	15,3	15,2	14,9	15,0	14,7	14,9	15,0	15,1
Wirtschaftsdünger 2012	15,5	15,8	15,4	15,3	15,1	15,1	14,9	15,1	15,2	15,3
Weidegang 2013	5,2	5,2	4,9	4,8	4,7	4,6	4,4	4,4	4,4	4,4
Weidegang 2012	5,1	5,1	4,8	4,7	4,6	4,5	4,4	4,4	4,4	4,4
Ernterückstände 2013	16,7	17,3	16,3	14,3	18,3	17,5	16,3	17,5	18,8	19,6
Ernterückstände 2012	16,7	17,3	16,3	14,3	18,3	17,5	16,3	17,5	18,8	19,6
Organische Böden 2013	15,6	15,6	15,6	15,6	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
Organische Böden 2012	15,6	15,6	15,6	15,6	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
N-Fixierung 2013	1,9	2,0	1,9	1,9	1,8	1,9	1,8	1,6	1,5	1,5
N-Fixierung 2012	1,9	2,0	1,9	1,9	1,8	1,9	1,8	1,6	1,5	1,5
Indirekt, Deposition 2013	7,8	7,9	7,7	7,7	7,6	7,5	7,4	7,4	7,5	7,5
Indirekt, Deposition 2012	7,7	7,8	7,6	7,6	7,5	7,4	7,3	7,3	7,4	7,5
Ind., Auswaschung 2013	40,3	39,0	37,6	36,4	38,7	37,8	37,0	35,8	38,6	36,4
Ind., Auswaschung 2012	40,4	39,1	37,7	36,5	38,8	37,9	37,1	35,9	38,7	36,5
Klärschlamm 2013	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Klärschlamm 2012	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
[Gg a ⁻¹ N ₂ O]	2010	2011								
E_{N2O} gesamt 2013	126,9	135,1								
E_{N2O} gesamt 2012	127,0									
Mineraldünger 2013	29,5	33,4								
Mineraldünger 2012	29,5									
Wirtschaftsdünger 2013	15,0	15,0								
Wirtschaftsdünger 2012	15,1									
Weidegang 2013	4,4	4,2								
Weidegang 2012	4,3									
Ernterückstände 2013	17,8	19,0								
Ernterückstände 2012	17,8									
Organische Böden 2013	15,5	15,4								
Organische Böden 2012	15,5									
N-Fixierung 2013	1,5	1,6								
N-Fixierung 2012	1,5									
Indirekt, Deposition 2013	7,2	7,4								
Indirekt, Deposition 2012	7,1									
Ind., Auswaschung 2013	35,6	38,4								
Ind., Auswaschung 2012	35,7									
Klärschlamm 2013	0,6	0,6								
Klärschlamm 2012	0,5									

6.5.6 Geplante Verbesserungen (4.D)

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

6.6 Brandrodung (4.E)

Brandrodung wird in Deutschland nicht praktiziert (NO).

6.7 Verbrennen von Ernterückständen auf der Fläche (4.F)

Das Verbrennen von Ernterückständen ist in Deutschland untersagt. Die genehmigten Ausnahmen lassen sich nicht erfassen. Sie werden als irrelevant angesehen (NO).

7 LANDNUTZUNG, LANDNUTZUNGSÄNDERUNG UND FORSTWIRTSCHAFT (CRF SEKTOR 5)

7.1 Übersicht (CRF Sektor 5)

7.1.1 Quellgruppen und Gesamtemissionen und -senken 1990 - 2011

Zur Quellgruppe 5 „Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft“ gehören in Deutschland die CO₂-Emissionen und Senken der Kohlenstoffpools ober- und unterirdische Biomasse, Totholz, Streu und Böden aus Wald (5.A), Acker (5.B), Grünland (5.C), Feuchtgebieten (5.D), Siedlungen (5.E) und den jeweiligen Landnutzungsänderungen zu diesen Nutzungskategorien. In der Kategorie Sonstiges Land (5.F) treten keine anthropogenen Emissionen und Senken auf, da die Flächen nicht genutzt werden. Landnutzungsänderungen zu Sonstigem Land finden nicht statt, da genutztes Land per Definition nicht wieder in ungenutztes überführt werden kann. In der Landnutzungskategorie Wald werden CH₄ und N₂O aus Waldbränden berücksichtigt⁷². Stickstoffdüngung in Wäldern findet in Deutschland nicht statt. Dagegen werden N₂O-Emissionen aus gedrähten organischen Böden unter Wald, der Humusmineralisation in Mineralböden bei Landnutzungsänderung zu Acker sowie CO₂ aus der Kalkung inventarisiert. Bei Feuchtgebieten wird der industrielle Torfabbau berücksichtigt. N₂O aus Landnutzungsänderungen auf organischen Böden zu Acker und Grünland werden im CRF Sektor 4.D berichtet.

Die Abbildung 46, Abbildung 47 und Abbildung 48 geben für den vorliegenden NIR 2013 eine Übersicht über die zeitliche Entwicklung der Treibhausgasemissionen aus den Bereichen 5.A, 5.B, 5.C, 5.D und 5.E unterschieden nach Unterkategorien, Pools und Treibhausgasen.

Auf der X-Achse ist die Jahresleiste im Berichtszeitraum und auf der Y-Achse die Emissions- (positive Werte) und die Senkenwirkung (negative Werte) in Gg CO₂-Äquivalenten dargestellt.

⁷² CO₂-Emissionen aus Waldbränden werden über die Kohlenstoffänderung im Wald implizit berücksichtigt.

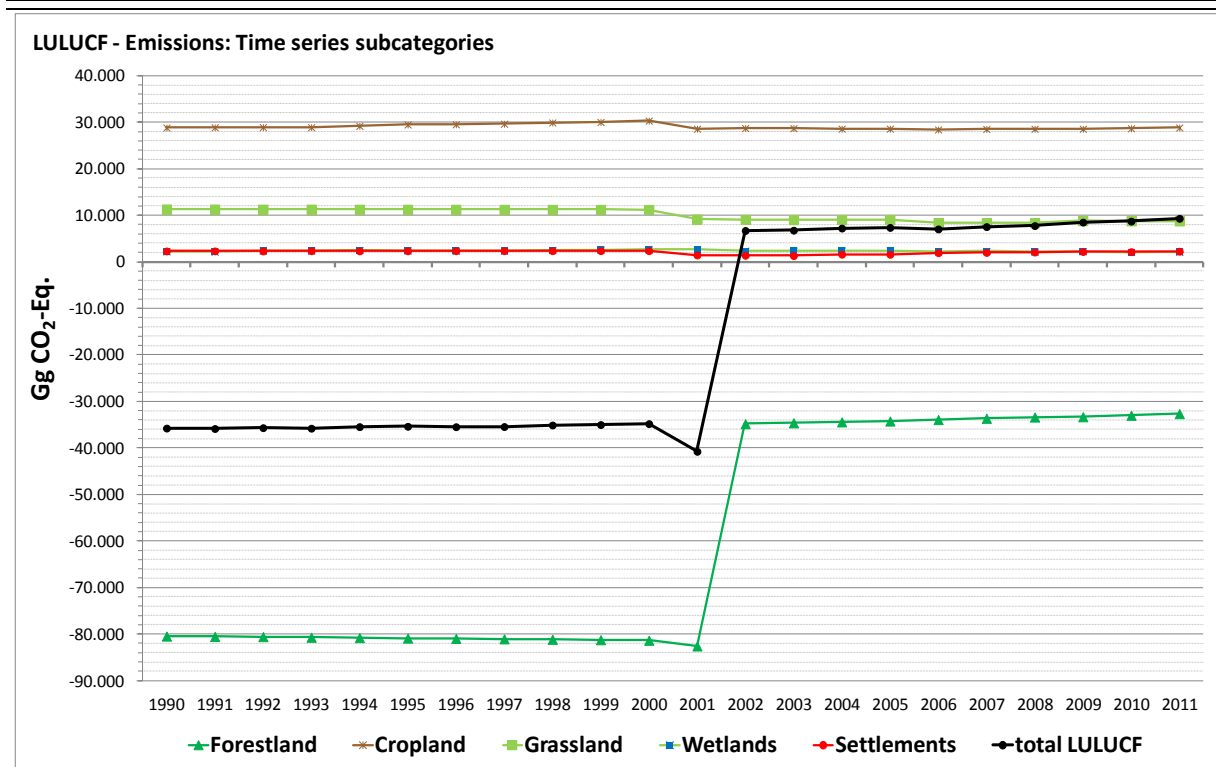


Abbildung 46: Zeitreihen der Treibhausgasemissionen und –senken [Gg CO₂-Equivalents] im LULUCF-Sektor seit 1990, unterschieden nach Unterkategorien

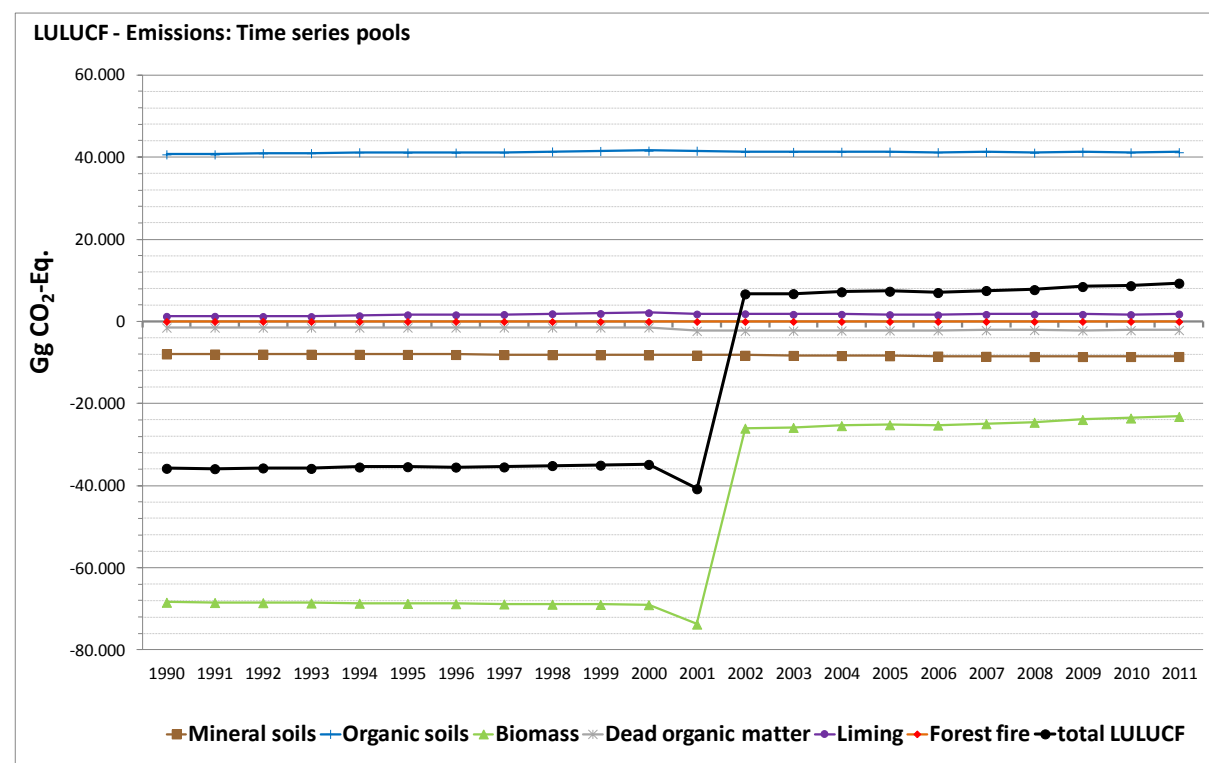


Abbildung 47: Zeitreihen der Treibhausgasemissionen und –senken [Gg CO₂-Equivalents] im LULUCF-Sektor seit 1990, unterschieden nach Quellgruppen

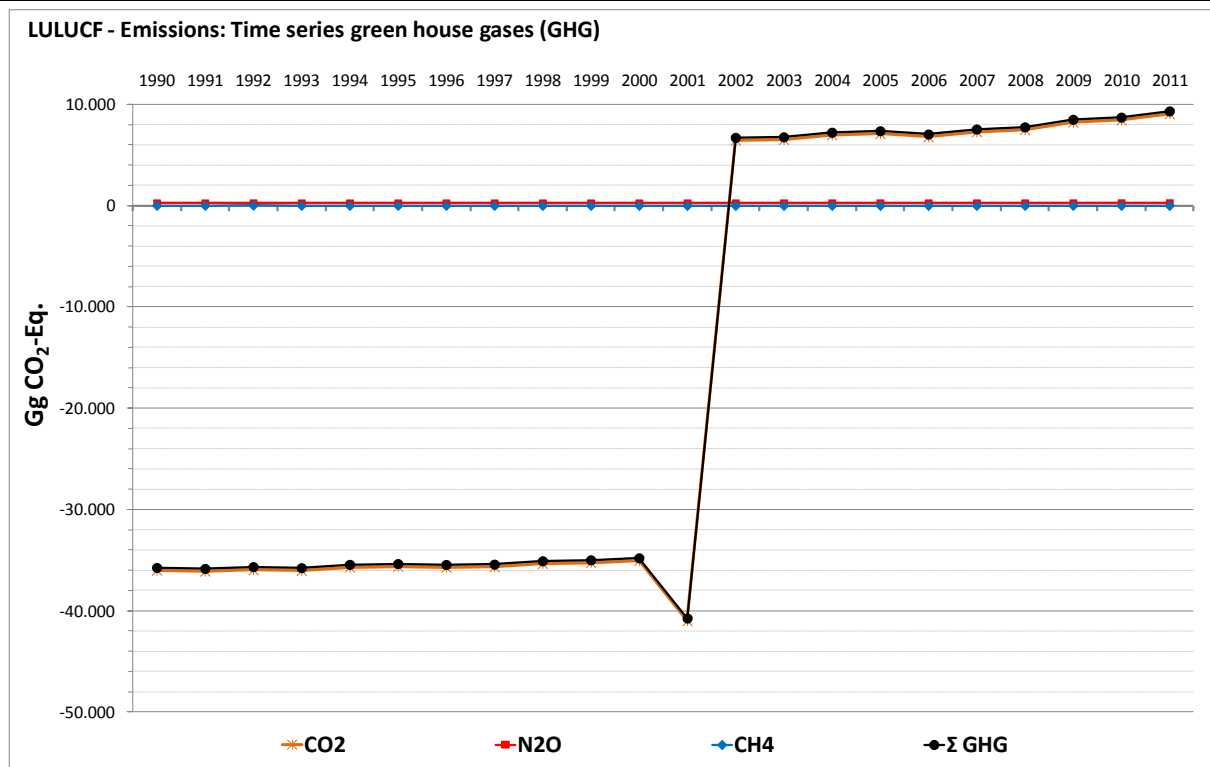


Abbildung 48: Zeitreihen der Treibhausgasemissionen und –senken [Gg CO₂-Equivalents] im LULUCF-Sektor seit 1990, unterschieden nach Treibhausgasen (GHG)

Die Gesamtunsicherheit des deutschen LULUCF-Inventars beträgt 17,4 %, die des Trends 4,95 %. Ausführungen hierzu finden sich in den entsprechenden Kapiteln der einzelnen Kategorien sowie im Kapitel 19.5.4.

7.1.2 Methodische Grundlagen

Für die vorliegende Submission wurden im CRF Sektor 5 die Berechnungsmethoden des Vorjahres beibehalten. Veränderungen ergaben sich nur bei den Eingangsdaten für die Berechnung der Emissionen. Folgende Emissionsfaktoren und Aktivitätsdaten wurden geändert:

- Neue Datengrundlage zur Ermittlung der Aktivitätsdaten für die Jahre 2009 – 2011
- Für die aktuelle Submission konnten erstmals die Endergebnisse der zweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE 2) genutzt werden. Dadurch wurden die vorläufigen Emissionsfaktoren für Kohlenstoff- und Stickstoffvorräte von Waldböden sowie deren Änderung in der Zeit durch die Auswertungsergebnisse der BZE 2 ersetzt; das Gleiche gilt für die Streu.
- Korrektur der Biomasse-Emissionsfaktoren für Gehölze, perennierende und annuelle Ackerpflanzen

Deutschland berichtet in acht LULUCF-Kategorien; genaue Definitionen und Beschreibungen finden sich in Kapitel 7.1.4 (vergl. auch Kapitel 7.1.3).

Tabelle 226: Zuordnung der deutschen Berichtskategorien zu den IPCC-Landnutzungskategorien

IPCC-Kategorie	Deutsche LULUCF-Kategorien
Wald	Wald
Ackerland	Ackerland
Grünland	Grünland im engeren Sinne (i.e.S.) Gehölze
Feuchtgebiete	Terrestrische Feuchtgebiete Torfabbau Gewässer
Siedlungen	Siedlungen
Sonstiges Land	Sonstiges Land

Grundlegende Elemente und Schritte bei der Erstellung des LULUCF-Inventars

1. **Landnutzungsmatrix_{jährlich} [Area_{ann}]**: Jährliche Berechnung der Gesamtfläche für die Untereinheiten „verbleibende Landnutzung“ und „Landnutzungsänderung“ für die Kategorien Wald, Ackerland, Grünland im engeren Sinn, Gehölze, terrestrische Feuchtgebiete, Gewässer, Siedlungen und sonstiges Land, für alle Zeitreihen unterschieden nach mineralischen und organischen Böden. Die Landnutzung und deren Flächenausweisung wurden explizit bestimmt für die Jahre 1990, 2000, 2005, 2008 und 2011. Für die Zeiträume zwischen diesen Jahren wurden die ermittelten Flächen linear interpoliert (siehe Kapitel 7.1.3).
2. **Emissionsfaktoren für den gesamten Kohlenstoffvorrat im Jahr der Landnutzungsänderung [EF_{ann}]**: Die Emissionsfaktoren für die verschiedenen Pools sind differenziert nach Landnutzungskategorie in Tabelle 235 (Mineralboden), Tabelle 237 (Biomasse), Tabelle 238 (Waldbiomasse (Entwaldung), Totholz und Streu) und Kapitel 7.1.6.2 (organische Böden) dargestellt. Meist sind die Kohlenstoffvorräte, also deren Zu- und Abnahme pro Flächeneinheit, über die Zeit konstant. Das bedeutet, für die gesamte Zeitreihe gelten dieselben Bedingungen.
3. **Kohlenstoffvorratsänderungen für die jährlichen Landnutzungsänderungen [E_{ann}]** werden nach der Formel $E_{ann} [Gg\ C] = EF_{ann} [Mg\ C/ha] * Area_{ann} [kha]$ berechnet, unter der Annahme, dass die gesamte Kohlenstoffvorratsänderung im Jahr der Landnutzungsänderung auftritt.
4. **Einführung einer zwanzigjährigen Übergangszeit [Area_{20y}]**: Die Flächen sind in den CRF-Tabellen, Tabelle 231 und Tabelle 232 dargestellt. Die Berechnung der Landnutzungsmatrix bezieht sich auf das fiktive Basisjahr 1970, um die Landnutzungsänderungsflächen vor dem eigentlichen Berichtszeitraum zu ermitteln (siehe Kapitel 7.1.3.4). Ermittelte Konversionsflächen werden dann der jeweiligen Landnutzungsänderungskategorie im Jahr der Landnutzungsänderung zugeschlagen und verbleiben für 20 Jahre in dieser Übergangskategorie. Folgerichtig sind die Flächen in den Verbleibkategorien kleiner, in den Übergangskategorien größer, als in der jährlichen Landnutzungsmatrix.
5. **Emissionsfaktoren [EF] und implizite Emissionsfaktoren [IEF] für die zwanzigjährige Übergangszeit [IEF_{20y}]**: Diese Faktoren sind in den CRF-Tabellen dargestellt. In Tabellenkalkulationsarbeitsblätter werden jährliche Emissionsfaktoren in Emissionsfaktoren bzw. Implizite Emissionsfaktoren umgerechnet, die zu den Flächen der Landnutzungsmatrix mit 20 jähriger Übergangszeit passen. Die

Berechnungen können anhand der Arbeitsblätter der Tabellenkalkulation schrittweise nachvollzogen werden. Die Konversion von **EF_{ann}** zu **IEF_{20y}** führt nach der Verrechnung mit den mineralischen und organischen Bodenflächen für die Emissionen aus Pools, die vollständig im Jahr der Landnutzungsänderung veranschlagt werden, zu angepassten IEFs. Obschon die absolute Emission unverändert bleibt, werden die IEF's beeinflusst von den jährlichen Nettoänderungen der Flächen in den Übergangskategorien. Folgende Formeln kommen zur Anwendung:

- **Mineralböden:** Die gesamte Kohlenstoffvorratsänderung infolge Landnutzungsänderung wird nach der Formel **IEF_{20y} = EF_{ann} / 20** linear auf 20 Jahre Übergangszeit aufgeteilt; d.h. nur ein Zwanzigstel der Gesamtemission wird jährlich veranschlagt.
 - **Organische Böden:** Es wird jedes Jahr die gleiche Menge CO₂ emittiert, in den Übergangskategorien identisch zu den Emissionen der Verbleibkategorie der neuen Landnutzung; **IEF_{20y} = EF_{ann}**.
 - **Netto-Kohlenstoffvorratsänderung, Kohlenstoffzu- und -abnahme in der Biomasse und toter organischer Substanz:** Alle Emissionen werden vollständig im Jahr der Landnutzungsänderung veranschlagt, nach der Formel **IEF_{20y} = E_{ann} / Area_{20y}**. Die Emissionen, die im jeweiligen Berichtsjahr auftreten, werden so an die größere Fläche der entsprechenden Übergangskategorie angepasst.
 - **N₂O aus dem Verlust von Organischer Substanz von Mineralböden infolge von Landnutzungsänderung zu Acker:** Es wird die selbe Methode wie bei Kohlenstoffvorratsverlusten in Mineralböden verwendet. Die gesamte Kohlenstoffvorratsänderung infolge Landnutzungsänderung wird linear auf die 20 Jahre Übergangszeit aufgeteilt, nach der Formel **IEF_{20y} = E_{ann} / Area_{20y}**; d.h. nur ein Zwanzigstel der Gesamtemission wird jährlich veranschlagt.
6. **Gesamte Kohlenstoffvorratsänderungen für Flächen mit zwanzig jähriger Übergangszeit,** werden für die Klimarahmenkonvention ebenfalls mittels Tabellenkalkulation berechnet, nach folgender Formel: **E_{20y} [Gg C] = IEF_{20y} [Mg C/ha] * Area_{20y} [kha]**
7. **Berechnung der CO₂ Emissionen** für das UNFCCC Inventar, durch Multiplikation der Kohlenstoffvorratsänderungen mit dem Faktor -44/12.

7.1.3 Methodische Erfassung der Landnutzungsmatrix

7.1.3.1 Einleitung

In der Submission 2012 wurde eine konsistente einheitliche Methodik zur Erfassung von Landnutzungsänderungen im LULUC-Sektor und der Forstwirtschaft eingeführt. Die Methodik erweitert das stichprobenbasierte System für die Erfassung der Waldfläche und der Landnutzungsänderungen von und zu Wald auf alle Landnutzungskategorien und –änderungen und basiert auf dem Netz der BWI 3.

7.1.3.2 Datengrundlage und -aufarbeitung

Grundlage für das flexible LULUCF-Erfassungssystem sind alle verfügbaren, geographisch expliziten Datensätze. Zur Nutzung einer Datenquelle für das System müssen die durch Interpretation oder Modellierung zugewiesenen Landnutzungsklassen in das LULUCF-System überführbar sein. Dabei muss nicht jeder Datensatz alle Landnutzungsklassen ausweisen; mindestens eine der sechs Hauptlandnutzungsklassen ist ausreichend. Damit stehen für jeden Stichprobenpunkt über die Zeit verteilte, in der Anzahl unterschiedliche und in der Qualität bezüglich Lage-, Erstellungs- und Interpretationsfehler sowie teilweise Definitionsunterschieden differierende Informationen zur Verfügung.

Das Ziel dieses flexiblen LULUCF-Erfassungssystems ist es deshalb nicht, Landnutzungsänderungen möglichst häufig zu erfassen, sondern:

- aus dieser Fülle an Informationen, die zuverlässigsten Landnutzungsinformationen zuzuweisen,
- Landnutzungsänderungen herauszufiltern und zu erfassen,
- sowie mögliche Unsicherheiten und Fehlerquellen zu eliminieren.

Aus diesem Grund wurde ein eindeutiges Hierarchie-System eingeführt. Innerhalb eines solchen Hierarchie-Systems wurden die Datensätze beginnend mit den genauesten Daten (1. Qualitätsstufe) von oben nach unten (n. Qualitätsstufe) zum Zeitpunkt ihrer Erfassung einsortiert. An dieser Stelle wird der Zustand der Landnutzung in dem Jahr, in welchem die Datenquelle erfasst wurde, erfasst und nicht die Veränderung in einem Jahr oder einer Periode. Liegen in einem Jahr an einem Stichprobenpunkt mehrere Informationen aus unterschiedlichen Datenquellen bezüglich der Landnutzung vor, so wird der Datensatz mit der laut Hierarchie-System höchsten Qualitätsstufe (QL) zur Festlegung der Landnutzungsklasse genutzt. Wenn Datenquellen mit gleicher Qualitätsstufe unterschiedliche Landnutzungskategorien auswiesen, wurden zusätzliche Entscheidungsregeln aufgestellt und dokumentiert. Diese orientieren sich u.a. an Verifikationsdaten, z.B. Trends in der Agrarstatistik, die nicht georeferenziert verfügbar sind.

7.1.3.2.1 Datenquellen

Es wurden folgende Datenquellen/-Sätze genutzt:

- Informationen zu den Wald-bezogenen LULUCF-Klassen aus der Bundeswaldinventur 1 und 2 für den Zeitraum 1987 bis 2002 für die alten Bundesländer und aus den Daten der Bundeswaldinventur 2 und der Inventurstudie 2008 (OEHMICHEN et al. 2011) für 2002 bis 2008 für ganz Deutschland,
- Basis-DLM zu den Zeitpunkten 2000, 2005, 2008 und 2011,
- Corine 1990, 2000, 2006,
- GSE-Daten 1990 und 2002 bis 2006 für die neuen Bundesländer.

1. Qualitätsstufe: BWI-Daten

Details zur BWI sind in Kapitel 7.2.2.1 beschrieben. Die BWI ist eine permanente systematische Traktstichprobe, welche periodisch erfasst wird. Derzeit liegt die BWI zu den Stichjahren 1987 und 2002 sowie auf einer Unterstichprobe für das Jahr 2008 (Inventurstudie 2008) vor. Die nächste BWI liefert zum Abschluss der ersten Verpflichtungsperiode im Jahre 2012 neue Informationen. Die Landnutzung bzw. Landnutzungsänderungen hin zu Wald (Aufforstungen) oder weg von Wald (Entwaldung)

werden für jeden Stichprobenpunkt mit Hilfe von Luftbildern und landesspezifischen Kartenwerken erfasst. Grundlage der Berichterstattung nach der Klimarahmenkonvention ist die Walddefinition der Bundeswaldinventur (BMVEL, 2001), siehe Kapitel 7.2.3.

Für das Kyoto-Protokoll wird im deutschen Eröffnungsbericht die folgende Walddefinition in Übereinstimmung mit der FAO-Walddefinition verwendet:

- Fläche, die zu mehr als 10% der Fläche von Bäumen überschirmt ist,
- kleinste zu berücksichtigende Fläche beträgt 0,1 ha,
- potenzielle Baumhöhe beträgt mindestens 5 Meter.

Innerhalb der in den Marrakesh Accords gesetzten Grenzen kommt diese Definition der in der nationalen Waldinventur verwendeten am nächsten. Untersuchungen (TOMTER et al. 2010) haben gezeigt, dass der Vergleich zwischen Berechnungen der Aktivitätsdaten nach den oben aufgeführten Definitionen zu vernachlässigbaren Unterschieden führt, weshalb sowohl für die Klimarahmenkonvention als auch für das Kyoto-Protokoll die gleichen Algorithmen zur Flächenschätzung zur Anwendung kamen. Abweichend zur Walddefinition der Bundeswaldinventur wurden Flächen, die nach der BWI als Wald zählen, aber dort als Waldkategorie Nichtholzboden erfasst wurden und somit dauernd unbestockt sind, bei der Kohlenstoffvorrats- und -änderungsberechnung im Sektor Forstwirtschaft nicht berücksichtigt.

In den neuen Bundesländern lagen für den Zeitpunkt 1987 an den BWI-Punkten keine Wald/Nichtwald-Informationen vor. Für eine möglichst konsistente Datenbasis in den neuen Bundesländern, wurden die Einzelbaumdaten der BWI 2002 folgendermaßen genutzt: Für das Jahr 1987 erfolgte retrospektiv die Zuordnung der Probepunkte zur Landnutzungs-kategorie Wald, wenn bei der BWI 2002 auf diesen Waldtraktecken Bäume erfasst wurden, welche älter als 15 Jahre waren.

2. Qualitätsstufe: Basis-DLM-Daten

Das Basis-Digitale Landschaftsmodell (Basis-DLM) ist die Grundlage des Amtlich Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS®) Deutschlands der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder (AdV). Das ATKIS® beschreibt die Oberfläche Deutschlands mit digitalen Landschafts- und Geländemodellen. „Das Basis-DLM beschreibt die topographischen Objekte der Landschaft und das Relief der Erdoberfläche im Vektorformat. Die Objekte werden einer bestimmten Objektart zugeordnet und durch ihre räumliche Lage, ihren geometrischen Typ, beschreibende Attribute und Beziehungen zu anderen Objekten (Relationen) definiert. Jedes Objekt besitzt deutschlandweit eine eindeutige Identifikationsnummer (Identifikator). Die räumliche Lage wird für das Basis-DLM maßstabs- und abbildungsunabhängig im Koordinatensystem der Landesvermessung angegeben. Welche Objektarten das DLM beinhaltet und wie die Objekte zu bilden sind, ist im ATKIS®-Objektartenkatalog (ATKIS®-OK) festgelegt“ (AdV). Der Informationsumfang des Basis-DLM orientiert sich am Inhalt der Topographischen Karte 1:25.000, weist jedoch eine höhere Lagegenauigkeit ($\pm 3\text{m}$) für die wichtigsten punkt- und linienförmigen Objekte auf. Die Daten der Basis-DLM der Länder werden vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) übernommen und für ein bundeseinheitliches Basis-DLM geprüft, harmonisiert, georeferenziert, blattschnittfrei aufbereitet und für die Abgabe an Bundesbehörden und andere in einer Datenbank verwaltet.

Der Zweck des ATKIS® ist die Bereitstellung eines möglichst aktuellen und hochauflösenden Landschaftsmodell (Landbedeckung) für Deutschland, dessen Geometrien und Inhalte regelmäßig aktualisiert und erweitert werden. Die Vermessungsverwaltungen der Bundesländer erheben die Daten fortlaufend und nicht bundesweit zu einem Stichtag. Somit werden neue Vermessungsergebnisse laufend an das BKG übermittelt und in das ATKIS® eingepflegt. Eine komplette Überarbeitung erfolgt auf Ebene der Bundesländer jeweils alle 5 Jahre, sonst nach Bedarf; für Flächen mit Spitzenaktualität, insbesondere was Flächenänderungen betrifft, z.B. Siedlungs- und Verkehrsflächen, wird eine Transferzeit in das ATKIS® von 3 – 12 Monaten angegeben. Das BKG pflegt immer nur die aktuelle Version des Basis-DLM. Es wird keine Historie aufgezeichnet, noch werden alte Versionen archiviert.

Das bedeutet für die relevanten Thünen-Institute:

- Jährlicher Bezug des Basis-DLM für die jeweiligen Berichtsjahre (September)
- Archivierung der Version des jeweiligen Jahres

Die Basis-DLM-Datensätze liegen den Thünen-Instituten erst seit 2005 auf jährlicher Basis vor, sowie ein Datensatz für das Jahr 2000. Für die Jahre vor 2000 existieren keine ATKIS® – Daten.

Das Basis-DLM besteht aus etwa 800 einzelnen Layern pro Datensatz, welche sich in ihrem Detaillierungsgrad unterscheiden. So liegen bspw. Polygone mit geringer Detailschärfe (z.B. Siedlungsfläche) zu unterst; Polygone mit sehr hohem Detaillierungsgrad (z.B. Wohngebiet) zu oberst. Daraus resultieren zahlreiche mehrfach übereinander liegende Polygone in einem Datensatz, welche jedoch inhaltlich den gleichen LULUCF-Kategorien zugeordnet werden können. Dieser gesamte Inhalt wird mit allen Überlagerungen eingelesen. Dadurch gibt es nur noch dort Datenlücken, wo im gesamten Basis-DLM-Datensatz keine Daten vorhanden sind. Anschließend werden die Flächen mit den Punkten des BWI-Netzes verschnitten. Bei Punkten, die mehrere übereinander liegende Flächen treffen, wird mit Hilfe einer Prioritätsliste nur ein Wert übernommen. Wenn gleiche Prioritäten überlagern (zum Beispiel Vegetation mit Vegetation), dann wird die Fläche mit der niedrigeren ATKIS® eigenen Identifikation genommen. Dieses Verfahren wurde für das Basis-DLM aus den Jahren 2000, 2005, 2008 und 2011 durchgeführt. Die Kategorien des Basis-DLM werden über eine Schlüsselstabelle den LULUCF-Klassen zugeordnet (siehe auch Tabelle 234).

3. Qualitätsstufe: CORINE Land Cover Daten (CLC)

CORINE Land Cover (CLC) ist ein europäisches Fernerkundungsprojekt zur einheitlichen Klassifikation der Landnutzung und Landnutzungsänderung, welches von der EU-Kommission initiiert wurde. Seit Mitte der 1980er Jahre werden digitale Satellitenbilder von 32 Mitgliedstaaten der Europäischen Umweltagentur (EUA)⁷³ einheitlich erfasst und hinsichtlich der Flächennutzung ausgewertet. Es stehen Daten von den drei Aufnahmezeitpunkten 1990, 2000 und 2006 zur Verfügung. Die Corine-Daten der Jahre 1990, 2000 und 2006 wurden per Script in die Datenbank eingelesen. Mit Hilfe einer Übersetzungstabelle wurden die Corine-Klassen den LULUCF-Klassen zugeordnet (siehe auch Tabelle 234).

⁷³ Die 32 Mitgliedsländer der EUA umfassen die 27 Mitgliedstaaten der Europäischen Union sowie Island, Liechtenstein, Norwegen, die Schweiz und die Türkei.

4. Qualitätsstufe: GSE-Daten

Das Projekt GSE Forest Monitoring ist Bestandteil der Erdbeobachtungsinitiative für die Globale Umwelt- und Sicherheitsüberwachung (Global Monitoring for Environment and Security = GMES), die 1998 von der Europäischen Kommission und der Europäischen Weltraumorganisation (European Space Agency = ESA) gegründet wurde. Im Rahmen des Projekts GSE Forest Monitoring wurde für das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) die Dienstleistung „Wald Monitoring: Inputs für die Nationale Treibhausgasberichterstattung (GSE FM-INT)“ durchgeführt. Als Ergebnis dieses Dienstes wurden u. a. Karten zur Waldbedeckung, Landnutzung und Landnutzungsänderung für die Zeitpunkte 1990 und deren Veränderungen bis 2002 bzw. 2005/06, Flächenstatistiken sowie Fehleranalysen für die neuen Bundesländer zur Verfügung gestellt (GSE 2003, GSE 2006, GSE 2007, GSE 2009). Weiterführende Informationen zu dem Projekt GSE FM-INT sind in OEHMICHEN et al. (2011b) zu finden. Für das Jahr 1989 und 1990 wurden Landsat-Satellitenszenen und für die Jahre 2001 bis 2005 zusätzlich LISS-Daten der indischen IRS-Satelliten verwendet. Unter Zuhilfenahme von Basis-DLM-Daten, Luftbildern, Topografischen Karten und Höhenmodellen wurden Waldflächen und deren Veränderungen klassifiziert. Nach der radiometrischen und geometrischen Vorverarbeitung der Satellitenszenen erfolgte die Zuweisung der Strukturen in die LULUCF-Klassen mittels überwachter Klassifizierung. Anschließend wurden offensichtliche Fehler unter Verwendung von zusätzlichen Datenquellen, wie beispielsweise topografischen Karten, korrigiert und kleinere Artefakte durch Filterungen sowie teils manuelle Nachbearbeitung entfernt. Die Qualitätskontrolle wurde stichprobenartig unter Verwendung von Orthophotos durchgeführt. Nach Projektangaben mussten Flächen bzw. Flächenveränderungen für die Erfassung eine Mindestfläche von 0,5 Hektar aufweisen. Die dem TI zur Verfügung stehenden Originaldaten weisen jedoch auch unterhalb der Schwelle von 0,5ha Flächen und Flächenveränderungen bis zur Pixelgröße von 25m x 25m aus, so dass hier eine zur BWI vergleichbare „Minimum Mapping Unit“ erreicht wird. Für die hier angewandte Methode wurden die LULUCF-Kategorien in Landnutzungsklassen zu den Zeitpunkten 1990 und 2005 aufgeteilt. Die GSE-Daten enthalten lediglich die Unterscheidung in „Wald“ und „Nicht Wald“.

7.1.3.2.2 *Ableiten der LULUCF-Informationen*

Jedem Stichprobenpunkt werden die vorhandenen Informationen bezüglich der Landnutzung pro Jahr und Datenquelle zugeordnet. Nun kann mit der Klassifizierung nach LULUCF-Kategorien begonnen werden. Hierzu wird — ausgehend vom gerade betrachteten Jahr — für jeden Punkt retro- und prospektiv verglichen, zu welchem Zeitpunkt Informationen über die Landnutzung mit der höchsten vorhandenen Qualitätsstufe vorliegen (QL-MAX-retrospektiv bzw. QL-MAX-prospektiv). Für einen BWI-Wald-Punkt, welchem im Jahr 2001 eine Landnutzungsklasse zugeordnet werden soll, bedeutet dies, hier sind Daten der 1. Qualitätsstufe vorhanden — die BWI-Informationen. Retrospektiv liegt deren letzter Erfassungszeitpunkt 1987, prospektiv gesehen, liegt der nächste Erfassungszeitpunkt im Jahre 2002. Aus beiden Landnutzungsklassen zu den Zeitpunkten 1987 und 2002 wird nun die LULUCF-Kategorie abgeleitet.

Stichprobenpunkte, an denen die BWI-Daten „Wald“ ausweisen, wurden durch Begehung vor Ort während der Waldinventuren validiert und können als korrekt gelten. Auch die Basis-DLM-Daten für 2011 werden als aktuell und qualitätsgesichert eingeschätzt, da erstmals vollständig eine streng hierarchische Nomenklatur umgesetzt wurde. Alle anderen

Datensätze wurden auf Plausibilität der zugeordneten Landnutzungs-kategorie in einem bestimmten Jahr anhand weiterer Daten nach folgenden Kriterien geprüft:

- Kann die Einordnung in eine LULUCF-Kategorie mit Hilfe von Daten einer niedrigeren Qualitätsstufe nachvollzogen werden?
- Ist die Zeitreihe der Landnutzungs-kategorien des Stichprobenpunktes konsistent, d.h. treten keine Mehrfachwechsel der Landnutzung auf? Bei Inkonsistenzen wurde die Landnutzungs-änderung in die gültige Kategorie von 2011 eingeordnet.
- Nach der Einordnung in eine LULUCF-Kategorie wurde bei Landnutzungs-änderungen geprüft, ob die Daten niedrigerer Qualitätsstufen zur Eingrenzung des Veränderungszeitpunkts genutzt werden können.
- Als zusätzliches Kriterium wurde der nationale Trend der Landnutzungs-änderungen (außer von und zu Wald) mit den nationalen Netto-Raten der Landnutzungs-änderungen der periodischen Flächenerhebung und der Agrarstruktur-erhebungen des Statistischen Bundesamtes verglichen. Die Erhebungen verwenden aber Definitionen für Landnutzungs-kategorien, die von dem hier verwendeten System teilweise stark abweichen.

Die Eingrenzung des Veränderungszeitpunkts der Landnutzung wird an einem Beispiel erklärt. Es wird angenommen, dass ein Stichprobenpunkt auf Grund der BWI-Information 1987 als Wald und 2002 als Siedlung klassifiziert wurde. Ohne weitere Daten wird die Landnutzungs-änderung linear zwischen den Zeitpunkten interpoliert und jährlich würde 1/15 der repräsentierten Fläche von Wald in Siedlung umgewandelt. Stehen an diesem Punkt jedoch noch die Basis-DLM-Informationen zur Verfügung, die dem Punkt im Jahr 2000 ebenfalls die Klasse Wald und im Jahr 2005 ebenfalls die Klasse Siedlung zuordnen, konnte die Einordnung in die LULUCF-Klasse „Waldumwandlung zu Siedlung“ nachvollzogen werden und zusätzlich der Veränderungszeitraum auf 2 Jahre (2000 = Wald im Basis-DLM und 2002 = Siedlung nach BWI) eingegrenzt werden (siehe auch Abbildung 49).

Die Prüfung und Entscheidung für eine Landnutzungs-kategorie pro Stichprobenpunkt und Zeitpunkt erfolgte transparent anhand eines Entscheidungsbaums (vgl. Kap. 7.1.3.4.1).

Zur GPG 2003-Konformität, müssen für die Klimarahmenkonvention bereits Flächenänderungen seit 1970 berücksichtigt werden. Hiermit wird vermieden, dass das Akkumulieren von Flächen in den 20-jährigen Übergangs-Klassen erst im Jahre 1990 beginnt und diese stetig bis zum Jahr 2009 ansteigen und erst danach anfangen zu oszillieren. Da für Deutschland erstmals zum Zeitpunkt der BWI 1987 georeferenzierte Daten zur Verfügung stehen, wurden die Veränderungen aller Landnutzungs-kategorien der Periode 1990 - 2000 bis zum Jahre 1970 rückwirkend extrapoliert, da bundesweit für den Zeitraum vor 1990 keine vollständigen und vor allem keine zu einander konsistenten Datensätze zur Verfügung stehen. Dies entspricht z.B. dem Vorgehen der Tschechischen Republik und Österreichs für die Landnutzungs-matrix.

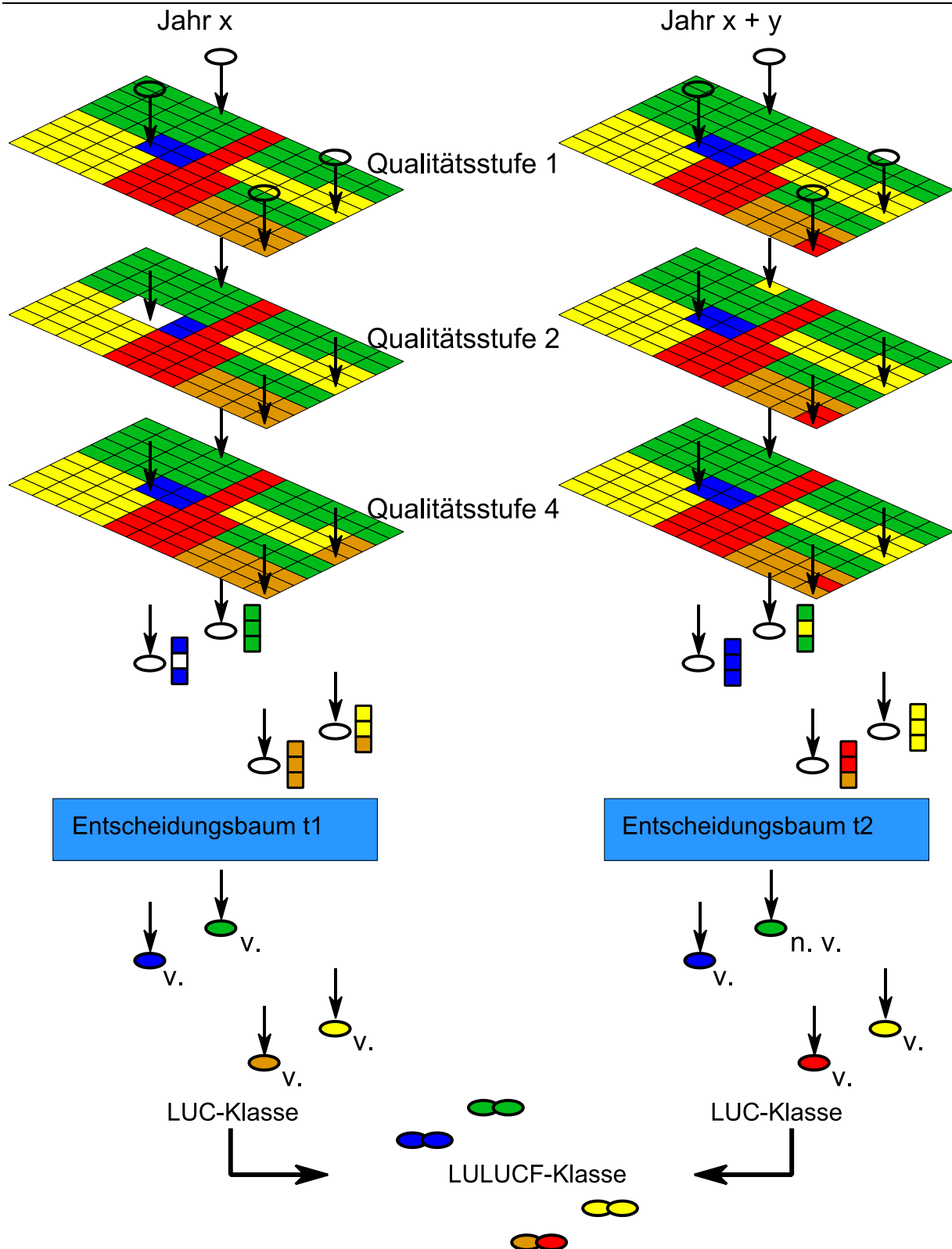


Abbildung 49: Schematische Darstellung der Zuordnung von Stichprobenpunkten zu einer Landnutzungskategorie

7.1.3.3 Validierung und Fehlerbetrachtungen

Mit Hilfe der Stichprobenmethode lassen sich verschiedenen Fehlerquellen, wie:

- der zusätzliche Stichprobenfehler,
- Definitionsunterschiede und

- voneinander differierende Minimum Mapping Units

quantifizieren. Schwieriger bleibt die Erfassung von Fehlern durch eine nicht zu erreichende 100%ig genaue Georeferenzierung der Datensätze zueinander.

Allerdings können die drei letztgenannten Fehlerquellen durch dieses flexible, stichprobenbasierte System über die Zeit ausgeschlossen werden. Der Grund ist folgender: Gemäß dem Entscheidungsbaum wird eine LULUCF-Kategorie nur angenommen, wenn sie aus entsprechend genauen Datensätzen der 1. Qualitätsstufe abgeleitet wird bzw. wenn Daten einer niedrigeren Qualitätsstufe diese Zuordnung bestätigen. In jedem anderen Fall — also dann, wenn sich unterschiedliche Datenquellen uneinig über die Landnutzungsarten zu einem Zeitpunkt sind — muss eine Evaluierung an diesem Stichprobenpunkt zukünftig mittels Luftbildern erfolgen. Diese ist für die aktuelle Submission aus Zeitgründen noch nicht erfolgt, aber im Zuge der ständigen Inventarverbesserung geplant. Kann an wenigen Punkten mit Hilfe von Luftbildern kein Entscheid getroffen werden oder sind keine Luftbilder vorhanden, erfolgt eine Recherche „vor Ort“. Inkonsistenzen in Zeitreihen, bedingt durch die Verwendung von Datensätzen mit unterschiedlichen Definitionen, unterschiedlichen Minimum Mapping Units oder Inkonsistenzen bedingt durch Lageungenauigkeiten können somit nach Abschluss dieser zusätzlichen Validierung nicht mehr auftreten.

Wie viele der Punkte bereits auf Grund übereinstimmender LULUCF-Kategorien in verschiedenen Qualitätsstufen als validiert gelten, zeigt die Tabelle 227.

Tabelle 227: Anteile validierter Punktdaten

Jahr	1990	2000	2005	2008	2011
Bereits validiert in %	55,07	96,08	98,70	98,95	98,97

Der Anteil noch nicht validierter Punkte im Jahre 1990 ist gegenwärtig sehr hoch. Dies ist jedoch systembedingt begründet, da zum Zeitpunkt 1990 für alle BWI-Nichtwald-Punkte nur die CORINE-Daten vorliegen. Dieser Anteil soll durch die Integration neuer Datenquellen (vor allem aus ColorInfraRed-Daten abgeleitete Kartenwerke für 1990) deutlich verbessert werden.

7.1.3.4 Schrittweise Implementierung

Die vollständige Umsetzung dieses beschriebenen neuen Systems zur Erfassung der Landnutzungsänderungen für ganz Deutschland über die Zeit impliziert umfangreiche Vor- aber auch ständige Begleitarbeiten. So müssen:

- die verschiedenen Datenmaterialien für unterschiedliche Zeitpunkte akquiriert werden,
- geometrische Korrekturen (defekte Geometrien, etc.) bzw. Kontrollen durchgeführt werden,
- Konvertierungsfunktionen geschrieben werden, um die Ursprungsklassifizierung in die LULUCF-Kategorisierung zu überführen,
- die Stichprobenpunkte mit den Kartenwerken verschnitten werden,
- der Entscheidungsbaum programmiert und je nach Datenlage angepasst werden und
- die „Transition Time“-Prozeduren programmiert und je nach Datenlage angepasst werden.

Die Entscheidung für dieses flexible, stichprobenbasierte System wurde in Abstimmung mit der Nationalen Koordinierungsstelle (Umweltbundesamt, UBA) und dem für Waldinventur

zuständigen Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) im Frühjahr 2011 getroffen. Die Validierung der Punktinformationen wird zukünftig schrittweise mit zusätzlichen regionalen Daten weiter geführt.

Angepasst auf diese derzeitige Datenstruktur sind die Entscheidungsbäume pro Klassifizierungsjahr und die „Transition Time“-Prozeduren programmiert.

7.1.3.4.1 *Ableitung der Landnutzung in den Jahren 1990, 2000, 2005, 2008 und 2011*

Aufgrund des Datenmaterials (siehe Kapitel 7.1.3.2), welches am jeweiligen Stichprobenpunkt zur Verfügung steht, kann für diesen für die betreffenden Jahre (1990, 2000, 2005, 2008 oder 2011) eine Zuordnung zu einer Landnutzungskategorie in Abhängigkeit der Qualitätsstufen vorgenommen werden. Die Basis-Tabelle ist wie folgt aufgebaut:

Tabelle 228: Basis zur Ableitung der Landnutzungen

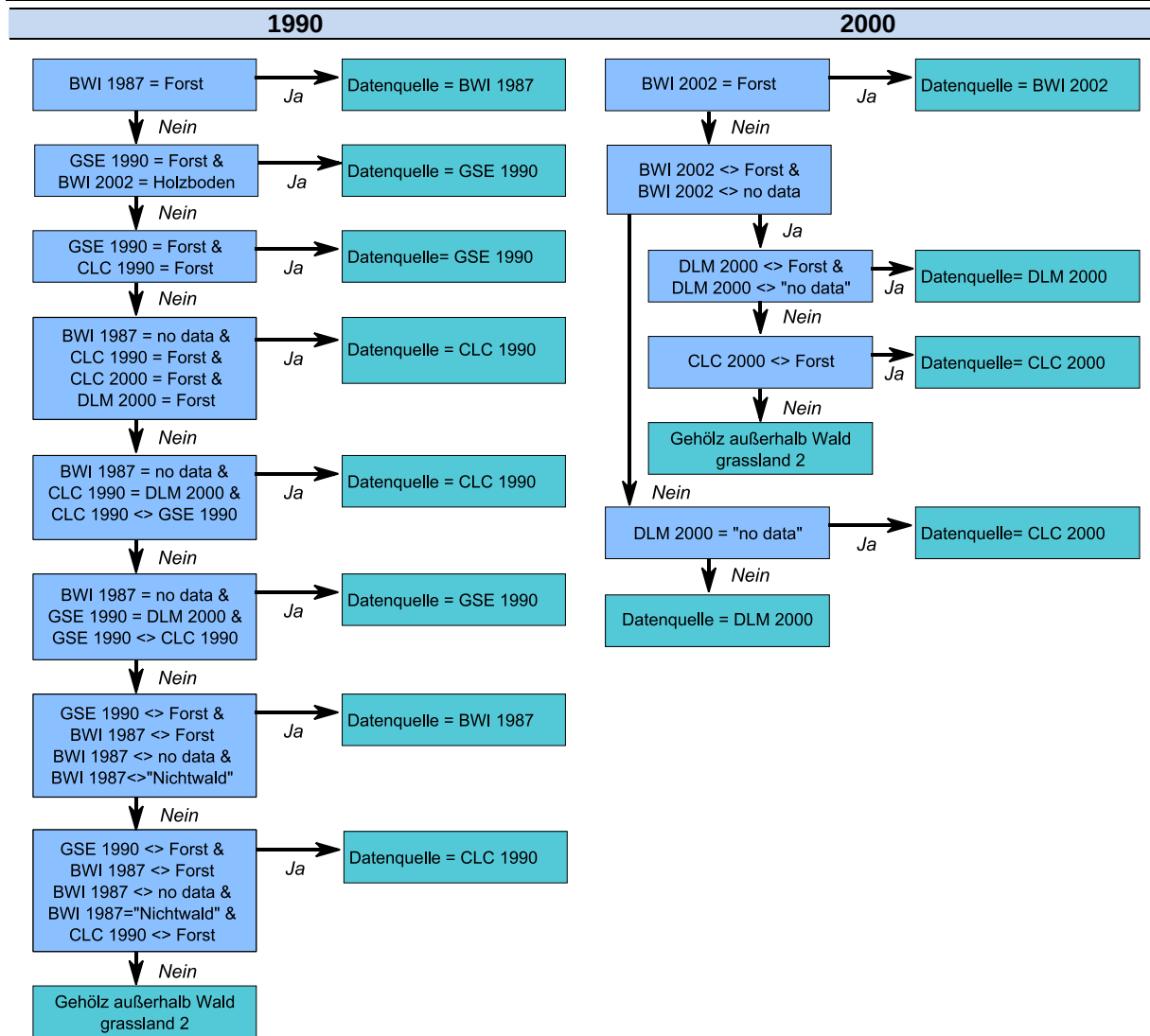
Trakt	Traktpoint	BWI 1987	BWI 2002	BWI 2008	DLM 2000	DLM 2005	DLM 2008	DLM 2011	CORINE 1990	CORINE 2000	CORINE 2006	GSE 1990	GSE 2005
xya	1	forl	sett	sett	forl	sett	sett	sett	forl	gras	sett	gse0	gse0

wobei für die Landnutzungsklassen in den Datensätzen der BWI, des Basis-DLM, Corine und GSE folgende Kodierungen verwendet wurden:

Tabelle 229: Kodierungen in der Basistabelle

Kodierung	Kategorie	Subkategorie
crop	Acker	Acker
gra1	Grünland	Grünland im engeren Sinn (i.e.S)
gra2	Grünland	Gehölze
forl	Wald	Wald
wetl	Feuchtgebiete	Terrestrische Feuchtgebiete
gewa	Feuchtgebiete	Gewässer
sett	Siedlungen	Siedlungen
othl	Sonstiges Land	Sonstiges Land
nofo	Nichtwald	Information stammt aus BWI-Daten, muss durch andere Datenquellen konkretisiert werden und Nichtwald sein.
bwi0	Keine Information	Keine Landnutzungsinformation an diesem Punkt aus den BWI-Daten
d1m0	Keine Information	Keine Landnutzungsinformation an diesem Punkt aus den Basis-DLM-Daten
clc0	Keine Information	Keine Landnutzungsinformation an diesem Punkt aus den Corine-Daten
gse0	Keine Information	Keine Landnutzungsinformation an diesem Punkt aus den GSE-Daten

Auf diese Basistabelle wurden für die Jahre 1990, 2000, 2005, 2008 und 2011 folgende Entscheidungsbäume (siehe folgende Abbildung 50) angewandt.



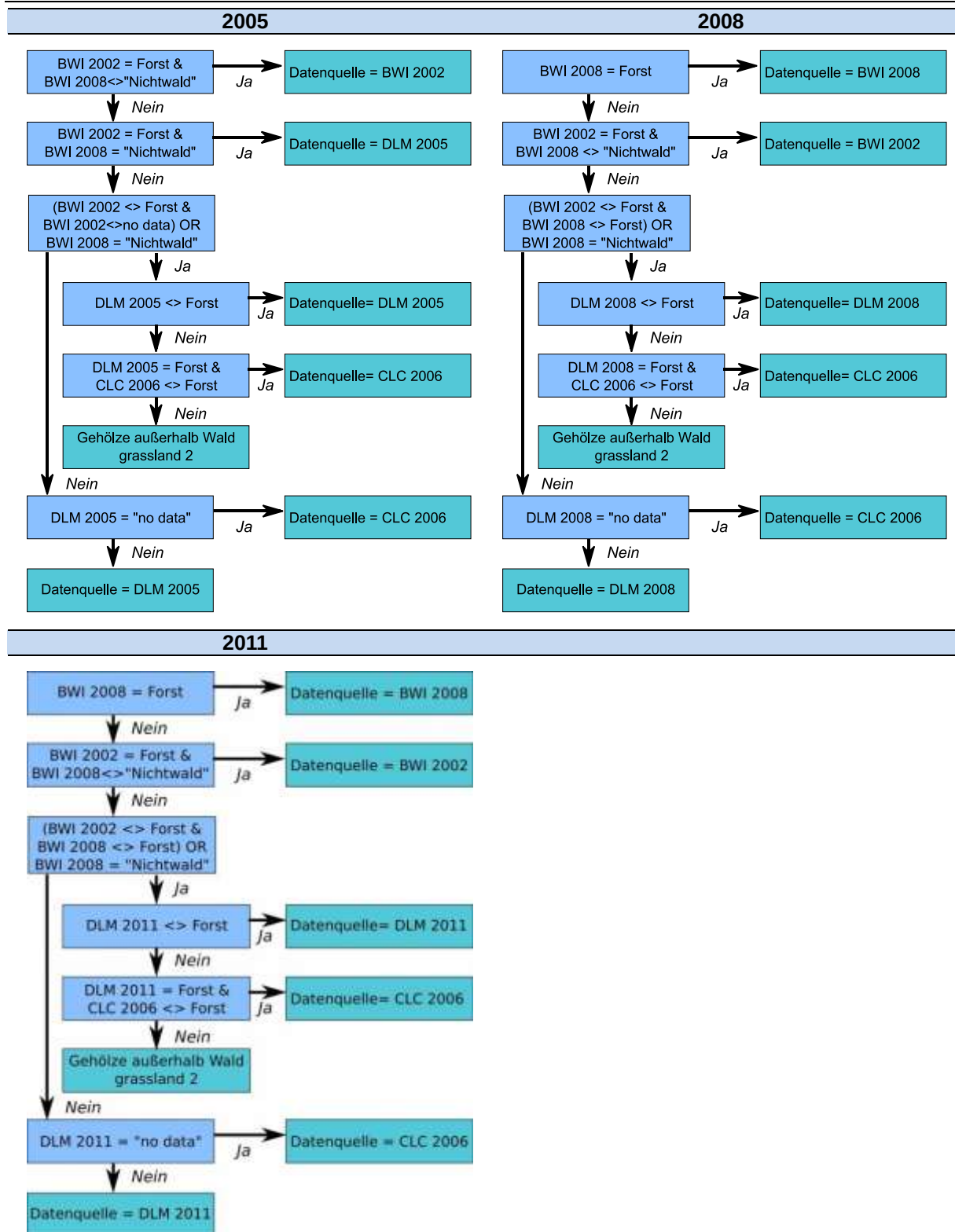


Abbildung 50: Entscheidungsbäume für die Jahre 1990, 2000, 2005, 2008, 2011

Durch die Anwendung der Entscheidungsbäume resultiert eine weitere Tabelle mit den wahrscheinlichsten Landnutzungen pro Stichprobenpunkt und Jahr (1990, 2000, 2005, 2008 und 2011) und der jeweils besten Datenquelle. Die BWI-Daten werden nur für tatsächliche Waldflächen genannt, bei der Information „Nichtwald“ aus der BWI werden andere Datenquellen für die Festlegung der Landnutzung hinzugezogen und weiter geführt:

Tabelle 230: Wahrscheinlichste Landnutzung (LU) und deren Datenquelle (DB)

Trakt	Traktpoint	LU 1990	LU 2000	LU 2005	LU 2008	LU 2011	DB 1990	DB 2000	DB 2005	DB 2008	DB 2011
xya	1	forl	forl	sett	sett	sett	bwi	dln	dln	dln	dln

7.1.3.4.2 Ableitung der jährlichen Landnutzungsänderungen

Anschließend wurden die Landnutzungsänderungsklassen für jede Veränderungsperiode (1990-2000, 2000-2005, 2005-2008, 2008-2011) und jeden Stichprobenpunkt abgeleitet. Dazu wurde ein SQL-Skript programmiert, das in der Inventarbeschreibung dokumentiert ist.

Die Umsetzung der Transition Time erfolgt in mehreren Teilschritten. Für alle Landnutzungsänderungen, die innerhalb des Zeitraums auftreten, der durch die aufgenommenen Beobachtungen abgedeckt ist (1990-2011), erfolgt zunächst eine punktbezogene Bearbeitungsweise. Dabei existiert eine räumliche Zuordnung der Landnutzungsänderungen zu den einzelnen Beobachtungspunkten. Landnutzungsänderungen, die vor diesem Zeitraum aufgetreten sind (1970-1990), werden aus den Beobachtungen im ersten Messzeitraum (1990-2000) rückwirkend extrapoliert. Eine räumliche Zuordnung zu den Beobachtungspunkten ist hierbei nicht mehr erforderlich und möglich, so dass an dieser Stelle ein Wechsel von der punktbezogenen Bearbeitungsweise hin zu einer Berechnung auf Basis der Flächensummen stattfindet.

Innerhalb des Beobachtungszeitraums stehen — wie in der Methodik beschrieben — keine sinnvoll verwendbaren jährlichen Änderungsdaten zur Verfügung. Stattdessen ist der Beobachtungszeitraum aufgeteilt in unterschiedlich lange Veränderungsperioden (1990-2000, 2000-2005, 2005-2008, 2008-2011), so dass die jährlichen Änderungen daraus durch lineare Interpolation anteilig berechnet werden müssen.

7.1.3.5 Landnutzungsänderungen nach Konvention und KP

Die bisher beschriebene Methode zur Erfassung von Landnutzungsänderungen und die daraus resultierende vollständige Landnutzungsmatrix (siehe Tabelle 231) inklusive einer 20-jährigen Transition Time seit 1970 ist konform zur Berichterstattung nach der Klimarahmenkonvention nach IPCC GPG 2003. Tabelle 232 zeigt beispielhaft die komplette detaillierte Landnutzungsmatrix für das Jahr 2011.

Zur Erfassung der Landnutzungsänderungen nach dem Kyoto-Protokoll werden auf der gleichen jährlichen Datengrundlage (siehe Tabelle 233) Landnutzungsänderungen erst ab 1990 berücksichtigt und in den Änderungskategorien Aufforstung und Entwaldung über 20 Jahre hinaus akkumuliert (siehe Tabelle 317 in Kapitel 11.2.2).

Tabelle 231: Landnutzungsänderungen (LUC) inklusive 20-jähriger Transition Time nach dem Konventions-Reporting

Quell- gruppe	5.A.1 Verbleibender Wald	5.A.2 ... LUC zu Wald	5.B.1 Verbleibender Acker	5.B.2 ... LUC zu Acker	5.C.1 Verbleibendes Grünland	5.C.2 ... LUC zu Grünland	5.D.1 Verbleibende Feuchtgebiete	5.D.2 ... LUC zu Feuchtgebiete n	5.E.1 Verbleibende Siedlungen	5.E.2 ... LUC zu Siedlungen	5.F.1 Verbleibendes Sonstiges Land	5.F.2 ... LUC zu Sonstigem Land
Einheit	kha	kha	kha	kha	kha	kha	kha	kha	kha	kha	kha	kha
1990	10.204,92	561,73	13.629,95	767,32	6.280,89	382,71	540,64	72,91	2.762,88	512,41	63,28	0,00
1991	10.217,86	561,73	13.638,28	767,32	6.254,62	382,71	540,49	72,91	2.769,55	512,41	61,75	0,00
1992	10.230,81	561,73	13.646,62	767,32	6.228,35	382,71	540,34	72,91	2.776,22	512,41	60,23	0,00
1993	10.243,75	561,73	13.654,95	767,32	6.202,09	382,71	540,19	72,91	2.782,89	512,41	58,70	0,00
1994	10.256,69	561,73	13.663,28	767,32	6.175,82	382,71	540,03	72,91	2.789,55	512,41	57,17	0,00
1995	10.269,64	561,73	13.671,61	767,32	6.149,55	382,71	539,88	72,91	2.796,22	512,41	55,65	0,00
1996	10.282,58	561,73	13.679,95	767,32	6.123,28	382,71	539,73	72,91	2.802,89	512,41	54,12	0,00
1997	10.295,53	561,73	13.688,28	767,32	6.097,02	382,71	539,58	72,91	2.809,55	512,41	52,60	0,00
1998	10.308,47	561,73	13.696,61	767,32	6.070,75	382,71	539,43	72,91	2.816,22	512,41	51,07	0,00
1999	10.321,42	561,73	13.704,94	767,32	6.044,48	382,71	539,28	72,91	2.822,89	512,41	49,55	0,00
2000	10.334,36	561,73	13.713,27	767,32	6.018,21	382,71	539,12	72,91	2.829,56	512,41	48,02	0,00
2001	10.358,84	543,32	13.687,62	760,52	5.995,00	387,38	540,85	75,76	2.837,01	546,67	46,65	0,00
2002	10.383,33	524,91	13.661,97	753,71	5.971,79	392,06	542,58	78,61	2.844,47	580,93	45,28	0,00
2003	10.407,81	506,51	13.636,32	746,91	5.948,58	396,74	544,30	81,46	2.851,93	615,18	43,90	0,00
2004	10.432,29	488,10	13.610,67	740,10	5.925,37	401,41	546,03	84,31	2.859,38	649,44	42,53	0,00
2005	10.456,77	469,69	13.585,02	733,30	5.902,16	406,09	547,76	87,16	2.866,84	683,69	41,16	0,00
2006	10.481,48	447,38	13.577,52	718,88	5.886,95	409,79	550,74	87,78	2.879,39	699,27	40,46	0,00
2007	10.506,18	425,06	13.570,03	704,47	5.871,74	413,50	553,72	88,39	2.891,93	714,84	39,76	0,00
2008	10.530,89	402,75	13.562,53	690,06	5.856,52	417,21	556,70	89,01	2.904,48	730,42	39,07	0,00
2009	10.557,19	376,02	13.560,17	688,30	5.828,04	411,78	559,51	89,36	2.920,92	749,68	38,67	0,00
2010	10.583,48	349,29	13.557,81	686,53	5.799,56	406,36	562,32	89,72	2.937,37	768,94	38,27	0,00

2011	10.609,78	322,56	13.555,44	684,76	5.771,07	400,93	565,14	90,07	2.953,81	788,19	37,87	0,00

Tabelle 232: Landnutzungsmatrix 2011. Die Diagonale zeigt die Fläche in verbleibender Nutzung, die anderen Felder die jeweiligen Landnutzungsänderungen (einschließlich 20-jähriger Übergangszeiten)

Landnutzungsmatrix 2011: Flächen [kha]											
Initial\Final	Wald	Acker	Grünland i.e.S.	Gehölze	Terrestr. Feuchtgebiete	Gewässer	Torfabbau	Siedlungen	Sonstiges Land	Σ Abnahme	Σ Zunahme - Σ Abnahme
Wald	10.609,78	42,08	47,39	40,69	1,75	5,43	0	32,46	0	169,81	152,75
Acker	112,73	13.555,44	0	115,51	1,60	28,21	0	592,10	0	850,16	-165,40
Grünland i.e.S.	97,12	486,34	5.278,96	50,69	8,87	16,13	0	125,29	0	784,43	-506,72
Gehölze	51,68	52,49	64,62	376,80	0,75	4,12	0	23,47	0	197,13	41,40
Terrestr. Feuchtgebiete	13,37	2,27	8,03	0,37	53,45	1,07	0	8,33	0	33,43	-19,83
Gewässer	1,01	1,62	9,39	0,86	0,27	510,35	0	3,02	0	16,17	61,64
Torfabbau	0	0	0	0	0	0	19,86	0	0	0	0
Siedlungen	43,32	99,07	135,08	28,04	0	22,65	0	2.933,95	0	328,15	460,04
Sonstiges Land	3,33	0,90	13,21	2,36	0,36	0,20	0	3,52	37,87	23,88	-23,88
Σ Zunahme	322,56	684,76	277,72	238,53	13,60	77,81	0	788,19	0		
Σ Landnutzungskategorie	10.932,35	14.240,21	5.556,68	615,33	67,05	588,16	19,86	3.722,15	37,87		
Fläche Deutschland	35.779,63										

Tabelle 233: Jährliche Flächen der Landnutzungsänderungen, die den Berechnungen für das UNFCCC-Inventar (20-jährige Übergangszeit) und KP (kumulative Flächenänderung) zugrunde liegen [Hektar pro Jahr]

Landnutzungsänderung [Hektar pro Jahr]	1990-2000	2001-2005	2006-2008	2009-2011
... zu Wald				
Acker zu Wald	8.947	4.793	2.319	430
Grünland i.e.S. zu Wald	8.664	2.656	1.456	498
Gehölze zu Wald	5.187	139	1.301	133
Terrestr. Feuchtgebiete zu Wald	1.396	160	0	0
Gewässer zu Wald	90	20	33	0
Siedlung zu Wald	3.653	1.532	629	298
Sonstiges Land zu Wald	149	378	33	0
... zu Acker				
Wald zu Acker	4.366	398	99	166
Grünland i.e.S. zu Acker	20.910	26.386	21.296	34.108
Gehölze zu Acker	5.077	860	333	498
Terrestr. Feuchtgebiete zu Acker	230	40	0	0
Gewässer zu Acker	80	120	0	100
Siedlung zu Acker	7.603	3.757	2.226	1.727
Sonstiges Land zu Acker	100	0	0	0
... zu Grünland i.e.S.				
Wald zu Grünland i.e.S.	3.871	1.534	1.327	298
Acker zu Grünland i.e.S.	0	0	0	0
Gehölze zu Grünland i.e.S.	4.193	4.058	1.298	901
Terrestr. Feuchtgebiete zu Grünland i.e.S.	670	360	0	67
Gewässer zu Grünland i.e.S.	300	840	566	266
Siedlung zu Grünland i.e.S.	5.788	8.926	7.395	5.389
Sonstiges Land zu Grünland i.e.S.	837	657	597	200
... zu Gehölze				
Wald zu Gehölze	3.936	338	663	529
Acker zu Gehölze	2.444	8.724	10.568	6.063
Grünland i.e.S. zu Gehölze	898	4.152	3.588	3.694
Terrestr. Feuchtgebiete zu Gehölze	30	0	0	33
Gewässer zu Gehölze	40	0	33	133
Siedlung zu Gehölze	1.089	2.194	1.692	732
Sonstiges Land zu Gehölze	130	239	0	0
... zu Terrestrische Feuchtgebiete				
Wald zu Terrestr. Feuchtgebiete	140	0	166	0
Acker zu Terrestr. Feuchtgebiete	100	140	0	0
Grünland i.e.S. zu Terrestr. Feuchtgebiete	140	881	534	535
Gehölze zu Terrestr. Feuchtgebiete	50	60	0	0
Gewässer zu Terrestr. Feuchtgebiete	30	0	0	0
Siedlung zu Terrestr. Feuchtgebiete	0	0	0	0
Sonstiges Land zu Terrestr. Feuchtgebiete	40	0	0	0
... zu Gewässer				
Wald zu Gewässer	360	299	232	0
Acker zu Gewässer	1.269	2.138	1.234	800
Grünland i.e.S. zu Gewässer	548	860	832	1.466
Gehölze zu Gewässer	180	340	100	167
Terrestr. Feuchtgebiete zu Gewässer	119	0	0	0
Siedlung zu Gewässer	830	1.756	1.131	1.032
Sonstiges Land zu Gewässer	0	20	33	0
... zu Siedlung				
Wald zu Siedlung	2.469	1.034	896	796
Acker zu Siedlung	17.274	48.222	31.740	33.436
Grünland i.e.S. zu Siedlung	3.919	8.815	7.364	7.951
Gehölze zu Siedlung	728	1.347	1.130	2.264
Terrestr. Feuchtgebiete zu Siedlung	748	279	0	66
Gewässer zu Siedlung	213	100	33	167
Sonstiges Land zu Siedlung	270	79	33	200

7.1.3.6 Geplante Verbesserungen

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

7.1.4 Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien

Mit der Einführung des Stichproben-Punktrastersystems mussten die Definitionen für Landnutzung der zugrunde liegenden Datenquellen (Basis-DLM des ATKIS® und CORINE Land Cover, vgl. Kapitel 7.1.3.2) den LULUCF-Berichtskategorien zugeordnet werden. Hierfür wurde das bestehende System angepasst.

So wurden den oben aufgeführten IPCC-Kategorien im ersten Schritt die Objektnummern aus dem Basis-DLM des ATKIS® zugeteilt. Hierzu wurde das System des Vorjahres mit geringfügigen Änderungen übernommen (Tabelle 234).

Im Rahmen der Erweiterung des Systems zur Landerkennung wurden im nächsten Schritt die Landbedeckungsklassen der CORINE Land Cover-Nomenklatur den Objektarten des ATKIS®-Basis-DLM zugeteilt und somit den IPCC – Kategorien (Tabelle 234). Bei der Erstellung der Landnutzungsmatrix erfolgt die Zuordnung der Rasterpunkte rechnergestützt und vollautomatisch mittels dafür erstellter Programme. Der Zuordnungsschlüssel dieses Klassifizierungssystems ist zu diesem Zwecke digital hinterlegt, so dass stets eine eindeutige Zuordnung eines Rasterpunktes zu einer Objektartenschlüsselnummer und somit zu einer Landnutzung und IPCC-Kategorie führt, unabhängig von der Datenquelle.

Tabelle 234: Zuordnung von Hauptobjektartenschlüsselnummern und Attributen des ATKIS® zu den IPCC-Landnutzungskategorien

ATKIS® Objektartenkatalog			CORINE Land Cover
Objekt-nummer	Objekttyp	Beschreibung/Attribute n. ATKIS® Objektartenkatalog	Nomenklatur-Code
IPCC-Kategorie: Wald			
4107	Wald	Laub-, Nadel- und Mischwald	311; 312; 313; 324
IPCC-Kategorie: Ackerland			
4101	Ackerland	Fläche für den Anbau von Feldfrüchten (z.B. Getreide, Hülsenfrüchte, Hackfrüchte) und Beerenfrüchten (z.B. Erdbeeren)	211; 212
4103	Gartenland	Fläche für den Anbau von Gemüse, Obst und Blumen sowie die Aufzucht von Kulturpflanzen	242
4109	Sonderkultur	Fläche zum Anbau bestimmter Pflanzen (z.B. Hopfen, Wein, Obstgärten)	222
IPCC-Kategorie: Grünland			
4102	Grünland – Grünland i.e.S.	Wiesen, Weiden, Verkehrsbegleitgrün	231; 321
4104	Heide - Grünland i.e.S.		322; 421
4106	Sumpf, Ried - Grünland i.e.S.	Wassergesättigtes, zeitweise unter Wasser stehendes Gelände (Nassgrünland)	411
4108	Gehölze	Fläche, die mit einzelnen Bäumen, Baumgruppen, Büschen, Hecken und Sträuchern bestockt ist.	243
IPCC-Kategorie: Feuchtgebiete			
4105	Moor, Moos – Terrestrische Feuchtgebiete	Unkultivierte Fläche, deren obere Schicht aus verrotten oder zersetzten Pflanzenresten besteht	412
2301	Torfabbau - Terrestrische Feuchtgebiete		
5100	Gewässer	z.B. Stauseen, Speicherbecken, veränderliche Ufer	511; 512; 423; 521; 522; 523
IPCC-Kategorie: Siedlungen			
2100-2135	Baulich geprägte Flächen	Im Zusammenhang bebaute Fläche mit einer Ausdehnung von mindestens etwa 10 ha oder 10 Anwesen.	111; 112; 121; 131; 132
2201	Sportanlagen	Fläche mit Bauwerken und Einrichtungen, die zur Ausübung von (Wettkampf-) Sport und für Zuschauer bestimmt ist. Sportanlagen umfassen 'Stadion', 'Sportplatz' - wie z. B. Fußballplätze, Tennisplätze, Eislaufbahnen - 'Schießanlage', 'Schwimmbad', 'Freibad' und 'Golfplatz'.	142
2202	Freizeitanlagen	Fläche mit Bauwerken und Einrichtungen, die zur Freizeitgestaltung bestimmt ist. Freizeitanlagen umfassen 'Freilichttheater', 'Freilichtmuseum', 'Schwimmbad, Freibad', 'Zoo', 'Freizeit-, Safaripark, Wildgehege' und 'Autokino, Freilichtkino'.	142
2213	Friedhof		141
2227	Grünanlage, Park	Größere Anlage mit Bäumen, Sträuchern, Rasenflächen, Blumenrabatten und/oder Wegen, die vor allem der Erholung und Verschönerung des Stadtbildes dient.	141
2228	Campingplatz	142	
2300-2352	Bauwerke und sonstige Einrichtungen		131; 133
3100-3205	Straßen- und Schienenverkehr		122
3301	Flughafen		124
3302	Flugplatz		keine Zuordnung
3400-3543	Schiffsverkehr sowie Anlagen und Bauwerke für Transport, Verkehr und Kommunikation	z.B. Hafen, Sendemasten, Brücken, Tunnel, Anleger	123
4110	Brachland	Flächen, die seit längerem nicht mehr nach ihrer ursprünglichen Zweckbestimmung genutzt werden.	keine Zuordnung
4198	Schneise		keine Zuordnung
IPCC-Kategorie: Sonstiges Land			
4120	Vegetationslose Fläche	Fläche ohne nennenswerten Bewuchs aufgrund besonderer Bodenbeschaffenheit wie z.B. nicht aus dem Geländereief	331; 332; 333; 334; 335

ATKIS® Objektartenkatalog			CORINE Land Cover
Objekt-nummer	Objekttyp	Beschreibung/Attribute n. ATKIS® Objektartenkatalog	Nomenklatur-Code
4199	Fläche z.Z. unbestimmbar	herausragende Felspartien, Sand- oder Eisflächen. Fläche, deren Merkmale hinsichtlich der Zuordnung zu den Objektarten gegenwärtig nicht bestimmt werden können.	keine Zuordnung

7.1.5 Bodenkohlenstoff in Mineralböden (5.A bis 5.F)

Die Fläche der Mineralböden wurde als Differenz der Gesamtflächen und der Flächen organischer Böden berechnet (Kapitel 7.1.6).

Für die Kategorie 5.A.1 Wald bleibt Wald wurde im Rahmen der Bodenzustandserhebungen im Wald eine jährliche Kohlenstoffvorratsänderung von $0,27 \pm 0,18 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ermittelt (vergl. Kapitel 7.2.2.2 und Kapitel 19.5.2.1). Diese wird jährlich dem Vorjahresvorrat zugeschlagen und als Einbindung berichtet.

Die Veränderungen der Kohlenstoff- bzw. Stickstoffvorräte in Mineralböden werden als Differenz zwischen den jeweiligen Vorräten vor und nach den entsprechenden Landnutzungsänderungen berechnet.

In Mineralböden bei gleichbleibender Nutzung wird in den Landnutzungssubkategorien 5.B, 5.C, 5.D, 5.E - und 5.F nach IPCC Tier 1-Methodik davon ausgegangen, dass die Kohlenstoffein- und -austräge in die Böden gleich groß, die Systeme somit im Gleichgewicht sind. Begründungen finden sich in Kapitel 7.3.4.3 und Kapitel 7.4.4.3.

Die Kategorie Grünland (5.C 1) weist zwei Subkategorien auf: zum einen das Grünland i.e.S., zum anderen Flächen, die mit Gehölzen bestanden sind, die nicht unter die Walddefinition fallen. Die Flächenübergänge zwischen diesen Unterkategorien werden wie Landnutzungsänderungen behandelt.

Die Kategorie Feuchtgebiete (5.D.1) weist drei Subkategorien auf: Terrestrische Feuchtgebiete unter die auch die Torfabbauf Flächen in der Verbleibkategorie subsummiert werden und Gewässer. Die Flächenübergänge zwischen diesen Unterkategorien werden wie Landnutzungsänderungen behandelt. Mineralböden kommen nur in den beiden Subkategorien terrestrische Feuchtgebiete und Gewässer vor. Bei Landnutzungsänderungen von und zu Gewässern werden keine Kohlenstoffvorratsänderungen angesetzt, so dass bei Landnutzungsänderungen zwischen den Subkategorien keine Kohlenstoffvorratsänderungen in Mineralböden auftreten (NO).

Für die Landnutzungskategorien 5.B - 5.F (Ackerland, Grünland i.e.S, Gehölze, Feuchtgebiete, Siedlungen und Sonstiges Land) wird für die Kohlenstoffvorräte in Mineralböden bis 30 cm Tiefe ein repräsentativer, nach Ausgangssubstrat, Bodentyp und Klimaregion (nur Oberböden) flächengewichteter Kohlenstoffvorrat für Mineralböden bis 30 cm Bodentiefe aus den in Deutschland vorhandenen nutzungsdifferenzierten Profildaten bestimmt. Die Herleitung dieser Werte und deren Unsicherheiten werden in Kapitel 19.5.2 beschrieben.

Die Kohlenstoffvorratsänderungen in Mineralböden infolge von Landnutzungsänderung werden für jede Landnutzungsänderungskategorie als Differenz des Kohlenstoffvorrates der Zielnutzungskategorie und des Kohlenstoffvorrates der Ursprungskategorie berechnet. Da sich der Kohlenstoffvorrat von Waldböden (5.A) jährlich verändert, werden die jeweils jährlich gültigen Werte den Inventarberechnungen zugrunde gelegt. Die Gesamtänderung wird

gemäß IPCC-Default (IPCC 1996b, 2003, 2006) auf einen Zeitraum von 20 Jahren linear verteilt. Die Summe der Kohlenstoffvorratsänderungen infolge von Landnutzungsänderungen in den Mineralböden Deutschlands errechnet sich für 20 Jahre dann wie folgt:

$$\Delta C = \sum_{n=1}^7 (C_{final} - C_{initial})$$

- ΔC : Veränderung des Kohlenstoffvorrates infolge Landnutzungsänderung in Mineralböden einer IPCC-Landnutzungskategorie [Mg C (20*a)^{-1}]
 C_{final} : Finaler Bodenkohlenstoffvorrat [Mg C]
 $C_{initial}$: Initialer Bodenkohlenstoffvorrat [Mg C]
 n : Übergangskategorien

Die Kohlenstoffvorräte der Mineralböden der einzelnen Landnutzungskategorien, sowie die daraus abgeleiteten als Emissionsfaktoren genutzten Kohlenstoffvorratsdifferenzen, sind für das Jahr 2011 in Tabelle 235 dargestellt und deren Herleitung ist in Kapitel 19.5.2 beschrieben.

Tabelle 235: Mittlere Kohlenstoffvorräte in Mineralböden Deutschlands in Abhängigkeit von der Landnutzung [Mg C ha^{-1}] sowie daraus abgeleitete Kohlenstoffvorratsunterschiede nach Landnutzungsänderung für das Jahr 2011

Mittlerer Kohlenstoffvorrat in Mineralböden Deutschlands im Jahre 2011								
	Wald	Acker	Grünland	Gehölze	Terrestrische Feuchtgebiete	Gewässer	Siedlungen	Sonstiges Land
[Mg C ha^{-1}]	62,45	60,03	77,43	73,18	74,00		58,67	55,60
Kohlenstoffvorratsänderung in 20 Jahren [$\text{Mg C ha}^{-1} (20 \text{ a})^{-1}$]								
Initial\Final	Wald	Acker	Grünland i.e.S.	Gehölze	Terrestrische Feuchtgebiete	Gewässer	Siedlungen	Sonstiges Land
Wald		-2,42	14,98	10,73	11,55	0	-3,78	NO
Acker	2,42		17,40	13,15	13,97	0	-1,35	NO
Grünland i.e.S.	-14,98	-17,40		-4,25	-3,43	0	-18,76	NO
Gehölze	-10,73	-13,15	4,25		0,82	0	-14,51	NO
Terrestrische Feuchtgebiete	-11,55	-13,97	3,43	-0,82		0	-15,32	NO
Gewässer	0	0	0	0	0		0	NO
Siedlungen	3,78	1,35	18,76	14,51	15,32	0		NO
Sonstiges Land	6,85	4,42	21,83	17,58	18,39	0	3,07	

Kursive Werte: von Jahr zu Jahr veränderlich

Für die Berücksichtigung der 20-jährigen Übergangszeit wird die für die jeweilige Übergangskategorie ermittelte gesamte Vorratsänderung (EF_{ann}, siehe Tabelle 235) durch 20 dividiert (siehe auch Kapitel 7.1.2). So erhält man die Impliziten Emissionsfaktoren für die Übergangskategorien (IEF_{20y} siehe Tabelle 236). Im Falle von Landnutzungsänderungen von und zu Wald muss, aufgrund des sich jährlich ändernden Kohlenstoffvorrates in den mineralischen Waldböden, für jedes Berichtsjahr ein sich jährlich ändernder Impliziter Emissionsfaktor („Implied Emission Factor“) für jede Übergangskategorie hergeleitet werden, der sich emissionsgewichtet aus den Beiträgen der Landnutzungsänderungen der 20 Vorjahre ergibt. Die Emissionen werden als Produkt der IEF_{20y} und der Flächen der 20-jährigen Übergangskategorien berechnet (siehe Kapitel 7.1.2).

Tabelle 236: Emissionsfaktoren [$\text{Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$] zur Ermittlung jährlicher Kohlenstoffvorratsunterschiede in Mineralböden Deutschlands nach Landnutzungsänderung für das Jahr 2011

Initial\Final	Emissionsfaktoren _{Mineralböden} [$\text{Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$] für das Jahr 2011							
	Wald	Acker	Grünland i.e.S.	Gehölze	Terrestr. Feuchtgebiete	Gewässer	Siedlungen	Sonstiges Land
Wald		0,074	0,920	0,720	0,738	0	-0,028	NO
Acker	-0,050		0,870	0,658	0,699	0	-0,068	NO
Grünland i.e.S.	-0,929	-0,870		-0,213	-0,172	0	-0,938	NO
Gehölze	-0,725	-0,658	0,213		0,041	0	-0,725	NO
Terrestrische Feuchtgebiete	-0,774	-0,699	0,172	-0,041		0	-0,766	NO
Gewässer	0	0	0	0	0		0	NO
Siedlungen	0,013	0,068	0,938	0,725	0,766	0		NO
Sonstiges Land	0,198	0,221	1,091	0,879	0,920	0	0,154	

Kursive Werte: von Jahr zu Jahr veränderlich

negativ: Kohlenstoffverluste; positiv: Kohlenstoffsequestrierung; NO: nicht auftretend

Die Fläche der Mineralböden in den Übergangskategorien wurde als Differenz der Gesamtflächen und der Flächen organischer Böden berechnet (Kapitel 7.1.6).

7.1.6 Treibhausgasemissionen aus drainierten organischen Böden (5.A bis 5.F)

In Deutschland werden nahezu alle organischen Böden entwässert. Über die Treibhausgasemissionen durch Torfschwund wird in den Landnutzungskategorien Wald, Ackerland, Grünland i.e.S., Gehölze, terrestrische Feuchtgebiete (industrieller Torfabbau) und Siedlungen berichtet (N_2O aus gedränten organischen Böden unter Acker und Grünland in CRF-Sektor 4.D). Die wenigen „naturlassenen“ organischen Böden Deutschlands, über deren Emissionen nicht berichtet werden muss, finden sich in den Landnutzungskategorien Sonstiges Land bzw. Terrestrische Feuchtgebiete. Des Weiteren sind 16.786 ha Grünland, die in der Nomenklatur des Basis-DLM als Objektart 4106 „Sumpf, Ried“ ausgewiesen werden, nicht drainiert (vgl. Kapitel 7.1.4).

Die Emissionsberechnung erfolgt durch Multiplikation der Moorflächen pro Subkategorie mit einem nutzungsspezifischen Emissionsfaktor. Bei Landnutzungsänderungen wird sofort der Emissionsfaktor der Zielkategorie verwendet:

$$EC_{orgsoil} = \sum_{n=1}^7 (A_n * EF_n)$$

$EC_{orgsoil}$: Kohlenstoffemission aus organischen Böden einer Landnutzungskategorie [Gg C]

A_n : Moorfläche unter bestimmter Landnutzung [kha]

EF_n : Landnutzungsspezifischer Emissionsfaktor [$\text{Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$]

n : Übergangs- bzw. Verbleibkategorien

7.1.6.1 Aktivitätsdaten: Flächenermittlung

Die Fläche und Verteilung der organischen Böden wurde mittels der Bodenübersichtskarte im Maßstab 1:1.000.000 (BUEK 1000) georeferenziert ausgewiesen. Erfasst werden zu diesem Zwecke die Leitbodenassoziationen

LBA 6: überwiegend Niedermoore, häufig vergesellschaftet mit Moorgleyen, Anmoorgleyen und Gleyen, z.T. Übergangsniedermooren und Podsol-Gleyen (BGR 1995)

LBA 7: überwiegend Hochmoorböden, gering verbreitet Anmmoorgleye, Gleye, Niedermoore, Podsol-Gleye (BGR 1995)

Die Ermittlung der Landnutzung auf den Moorflächen erfolgt mittels eines GIS. Mit diesem wurden die Geometrien der LBA 6 und LBA 7 der BUEK 1000 (BGR 1997) mit den ATKIS® - Datensätzen des Jahres 2010 verschnitten. Mittels dieser Prozedur wurde für jede der 8 Landnutzungskategorien in verbleibender Nutzung die Flächen an organischen Böden georeferenziert ermittelt.

Die Landnutzungsänderungsflächen auf organischen Böden wurden durch das Verschneiden der Bodenkarte mit den ATKIS® - Datensätzen der Jahre 2009 und 2010 bestimmt. Für alle Übergangskategorien wurde der Flächenanteil der organischen Böden relativ zur Gesamtfläche dieser Übergangskategorie 2009/2010 berechnet. Dieser Flächenanteil organischer Böden wurde für alle Jahre seit 1990 konstant auf die durch das Stichprobenrasterverfahren ermittelte Gesamtfläche einer Übergangskategorie angewandt. Die Fläche der Mineralböden in den Übergangskategorien wurde als Differenz der Gesamtflächen und der Flächen organischer Böden berechnet.

Die Flächen organischer Böden in den Kategorien unter verbleibender Nutzung wurden, ausgehend von den Werten 2010, durch Addition der Summen der Abgangsflächen der jeweiligen Übergangskategorien ermittelt.

7.1.6.2 Nationale Emissionsfaktoren

MUNDEL (1976), GENSIOR & ZEITZ (1999), MEYER (1999) und AUGUSTIN (2001) berichten von C-Verlusten aus deutschen Mooren im Grünlandbereich von 2,46 – 7,63 Mg C ha⁻¹ a⁻¹, HÖPER (2002) von 4,6 – 16,5 Mg C ha⁻¹ a⁻¹, wobei Moore unter Ackerland mit 10,6 – 16,5 Mg C ha⁻¹ a⁻¹ angeführt werden.

Aufgrund dieser Studien wurde im Jahre 2004 durch Expertenschätzung für Niedermoore und Hochmoore gleichermaßen folgende Emissionsfaktoren festgelegt:

- Ackerland: -11 Mg CO₂-C ha⁻¹ a⁻¹ [± 50 %]
- Wirtschaftsgrünland und Siedlung: -5 Mg CO₂-C ha⁻¹ a⁻¹ [± 50 %]

Neueste Ergebnisse des BMBF-Forschungsprojektes „Klimaschutz durch Moorschutz“ (DROESLER et al. 2011) zeigen für deutsche Moorflächen in landwirtschaftlicher Nutzung, dass die Emissionen stark variieren, zwischen den beiden Typen Hoch- und Niedermoor bei gleicher Nutzung jedoch nahezu keine Unterschiede auftreten.

So wurden CO₂-C Emissionen auf Mooren unter Acker von ca. 4 - 13 Mg CO₂-C ha⁻¹ a⁻¹ gemessen, mit einem Mittel von ca. 9 Mg CO₂-C ha⁻¹ a⁻¹ ± 50 %, für Grünland konnte eine Spanne von ca. 2 – 12 CO₂-C ha⁻¹ a⁻¹ nachgewiesen werden, mit einem arithmetischen Mittel über alle Varianten und Nutzungsintensitäten (nicht flächengewichtet) von ca. 5 Mg CO₂-C ha⁻¹ a⁻¹ ± 50 % (DROESLER et al. 2011). Die Ergebnisse bestätigen im Wesentlichen die bisher der Inventarerstellung zugrunde liegenden Faktoren.

Für organische Böden unter Wäldern sowie für Gehölzflächen, die nicht unter die Walddefinition fallen (Grünland-Gehölze), wurde der IPCC - Defaultwert angesetzt:

- Wald / Gehölz: -0,68 Mg CO₂-C ha⁻¹ a⁻¹ [- 39,7 %; + 180,8 %]

7.1.7 Biomasse (5.B bis 5.F)

Im Rahmen der deutschen Inventarerstellung werden für die Bereichskategorien 5.B – 5.F des LULUCF-Sektors nur die Einbindung bzw. die Emissionen an Kohlenstoffdioxid (CO₂) berücksichtigt, die durch Landnutzungsänderung zwischen den acht berichteten Landnutzungskategorien hervorgerufen werden. Die Einbindung bzw. die Emission von CO₂ wird dabei über die Kohlenstoffvorratsänderungen, getrennt nach ober- und unterirdischer Biomasse anhand nationaler Daten ermittelt. Die Kohlenstoffvorratsänderungen finden vollständig im Jahr der Landnutzungsänderung statt (siehe auch Kapitel 7.1.2). Für die Verbleib-Kategorien von Ackerland, Grünland, Gehölze, Feuchtgebiete und Siedlungen werden keine Kohlenstoffvorratsänderungen ausgewiesen, da ein Gleichgewichtszustand für die Kohlenstoffflüsse mit der Biomasse in diesen Kategorien unterstellt wird. Begründungen finden sich in Kapitel 7.3.4 und 7.4.4.

Die Abschätzung der Kohlenstoffvorratsänderungen in der Biomasse erfolgt durch Subtraktion des Biomassekohlenstoffvorrats vor Nutzungsänderung vom Vorrat nach der Nutzungsänderung, bezogen auf die von der Änderung betroffenen Fläche:

$$\Delta C_{Bio} = \sum_{n=1}^7 (A_n * EF_{final} - A_n * EF_{initial})$$

ΔC_{Bio} :	Veränderung des Kohlenstoffvorrates in der Biomasse einer Landnutzungskategorie [Mg]
A_n :	Fläche der Landnutzungsänderung [ha]
EF_{final} :	Pflanzenspezifischer Biomassekohlenstoffvorrat [Mg ha ⁻¹]
$EF_{initial}$:	Pflanzenspezifischer Biomassekohlenstoffvorrat [Mg ha ⁻¹]
n :	Übergangskategorien

Die Berechnung der Biomassevorräte erfolgte gemäß GPG-LULUCF (IPCC 2003). Die Ermittlung der Aktivitätsdaten ist in Kapitel 7.1.3 und die Herleitung der Emissionsfaktoren und deren Unsicherheiten in Kapitel 19.5.3 und in den Kapiteln der einzelnen Landnutzungskategorien beschrieben.

Die Kohlenstoffvorräte der Biomasse werden im Ackerland basierend auf der Erntestatistik jährlich variabel berechnet, wobei die gleichen Datenquellen und Algorithmen wie für die Berechnung der Ernterückstände in CRF-Sektor 4.D verwendet werden. Durch Bildung der Differenz der Biomassevorräte unter Neunutzung und Vornutzung ergeben sich die Emissionsfaktoren in Tabelle 237. Diese weichen von denen des Vorjahres ab, da eine Neuberechnung der repräsentativen Vorräte für Gehölze bzw. perennierende Ackerpflanzen sowie eine Korrektur der jährlichen Vorräte zu Veränderungen der repräsentativen Kohlenstoffvorräte in allen Landnutzungskategorien führten (vergl. Kapitel 19.5.3).

Tabelle 237: Emissionsfaktoren $[\text{Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}]$ zur Ermittlung der Kohlenstoffvorratsunterschiede im Jahr der Umwandlung in der ober- und unterirdischen Biomasse nach Landnutzungsänderung für das Jahr 2011

Mittlerer Kohlenstoffvorrat in der ober- und unterirdischen Biomasse								
	Wald ¹	Acker	Grünland i.e.S.	Gehölze	Terrestr. Feuchtgebiete	Gewässer	Siedlungen	Sonstiges Land
$[\text{Mg C ha}^{-1}]$	32,63	7,07	6,69	46,93	20,10	0	13,40	0
Emissionsfaktoren 2010 Biomasse $[\text{Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}]$								
Initial\Final	Wald ²	Acker ³	Grünland i.e.S. ³	Gehölze ³	Terrestr. Feuchtgebiete ³	Gewässer ³	Siedlungen ³	Sonstiges Land ³
Wald		-25,09	-25,95	14,30	-12,53	-32,63	-19,23	NO
Acker	4,12		-0,86	39,39	12,56	-7,54	5,86	NO
Grünland i.e.S.	4,11	0,86		40,25	13,42	-6,69	6,72	NO
Gehölze	4,03	-39,39	-40,25		-26,83	-46,93	-33,53	NO
Terrestrische Feuchtgebiete	4,15	-12,56	-13,42	26,83		-20,10	-6,70	NO
Gewässer	4,15	7,54	6,69	46,93	20,10		13,40	NO
Siedlungen	4,06	-5,86	-6,72	33,53	6,70	-13,40		NO
Sonstiges Land	4,15	7,54	6,69	46,93	20,10	0	13,40	

Anm.: die Kohlenstoffvorräte für Wald und Acker sind zeitlich variabel (Werte kursiv), die der anderen Landnutzungskategorien konstant

- 1) Kohlenstoffvorrat Entwaldungsflächen
- 2) Kohlenstoffvorratsänderung jährlich über 20 Jahre
- 3) Kohlenstoffvorratsänderung einmalig

Für die Berechnung der Umwandlung von Wald in andere Nutzungen (Entwaldung) wurde der für Deutschland ermittelte Durchschnittswert für Entwaldungsflächen der Bundeswaldinventur für das jeweilige Berichtsjahr zugrunde gelegt. Methodik und Herleitung der Werte siehe Kapitel 7.2.4.1. Mit Abschluss der zweiten Bodenzustandserhebung im Wald, können nun mehr neue Werte für die Streu vorgelegt werden.

Tabelle 238: Zeitreihe der mittleren Kohlenstoffvorräte in der Phytomasse von Entwaldungsflächen [Mg ha⁻¹]

Jahr	Phytomasse – Kohlenstoff [Mg ha ⁻¹] (EF 1)					
	Bio _{total}	Bio _{above}	Bio _{below}	Streu	Totholz	Σ Entwaldung
1990	34,86	26,89	7,97	18,58	1,56	55,00
1991	34,86	26,89	7,97	18,53	1,65	55,04
1992	34,86	26,89	7,97	18,48	1,75	55,09
1993	34,86	26,89	7,97	18,43	1,84	55,13
1994	34,86	26,89	7,97	18,38	1,93	55,17
1995	34,86	26,89	7,97	18,33	2,03	55,22
1996	34,86	26,89	7,97	18,28	2,12	55,26
1997	34,86	26,89	7,97	18,23	2,21	55,30
1998	34,86	26,89	7,97	18,18	2,31	55,35
1999	34,86	26,89	7,97	18,13	2,40	55,39
2000	34,86	26,89	7,97	18,08	2,50	55,44
2001	34,86	26,89	7,97	18,03	2,59	55,48
2002	32,63	23,85	8,78	17,98	2,68	53,29
2003	32,63	23,85	8,78	17,93	2,78	53,34
2004	32,63	23,85	8,78	17,88	2,87	53,38
2005	32,63	23,85	8,78	17,83	2,96	53,42
2006	32,63	23,85	8,78	17,78	3,06	53,47
2007	32,63	23,85	8,78	17,73	3,15	53,51
2008	32,63	23,85	8,78	17,68	3,25	53,56
2009	32,63	23,85	8,78	17,63	3,34	53,60
2010	32,63	23,85	8,78	17,58	3,43	53,64
2011	32,63	23,85	8,78	17,53	3,53	53,69

Die Unsicherheit für die Baumbiomasse beträgt 36,6 % (Hälfte des 95 %-Konfidenzintervalls). Es liegt eine Normalverteilung zugrunde. Dies gilt auch für die Werte der toten organischen Substanz; beim Totholz beträgt die Hälfte des 95 %-Konfidenzintervalls 6,1 %, bei der Streu 3,6 %. Die Unsicherheiten der in Tabelle 237 aufgeführten Emissionsfaktoren sind in den entsprechenden Kapiteln der Landnutzungskategorien aufgeführt (Kapitel 7.2.5, Kapitel 7.3.5, Kapitel 7.4.5, Kapitel 7.5.5, Kapitel 7.6.5 und Kapitel 19.5.3).

On-site burning von Biomasse ist in Deutschland per Gesetz verboten, wird daher nicht berichtet. In den CRF-Tabellen wird NO (not occurring) eingetragen.

7.1.8 Qualitätssicherung

Den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechend wurde eine Qualitätskontrolle und eine Qualitätssicherung durchgeführt. Erstmals kamen dabei detaillierte Checklisten und Einzelprüfungen zur Prüfung und Dokumentation der Ergebnisse entsprechend dem Qualitätsmanagement des Thünen-Instituts (2012) zum Einsatz. Die TI-Checklisten sowie andere für die Qualitätskontrolle wichtige Dokumente werden in der Inventarbeschreibung abgelegt, die von der Nationalen Koordinierungsstelle archiviert wird.

7.2 Wälder (5.A)

7.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (5.A)

CRF 5.A	Gas	HK	1990		2011		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
Forest Land	CO ₂	L	T/T2	-80.640,9	(6,62%)	-32.789,1	(3,54%)	-59,34%
Forest Land	N ₂ O	-	-	60,4	(0,00%)	66,3	(0,01%)	9,80%
Forest Land	CH ₄	-	-	9.1	(0,00%)	1.3	(0,00%)	-85.52%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS/Tier 2 ⁷⁴	RS	CS
CH ₄	Tier 1	RS	D
N ₂ O	Tier 1/Tier 2	RS	D

Die Quellgruppen Forest Land remaining Forest Land (5.A.1) und *Land converted to Forest Land* (5.A.2) sind für CO₂-Emissionen Hauptkategorien nach GPG-LULUCF (IPCC, 2003).

In der Kategorie *Forest Land* wird über die Emission/Einbindung von CO₂ aus mineralischen und organischen Böden, der ober- und unterirdischen Biomasse, Streu, Totholz, Waldbrand sowie Kalkung berichtet; außerdem über Lachgasemissionen aus Waldbränden und Drainage organischer Böden sowie Methanemissionen aus Waldbränden.

Die Gesamtemissionen aus den Wäldern betrugen im Jahre 2011 -32.657 Gg CO₂-Äquivalente. Dabei entfielen -21.378 Gg CO₂ auf die Einbindung aus dem Zuwachs an Phytomasse, -9.800 Gg CO₂ auf die Einbindung in den mineralischen Böden und -3.647 Gg CO₂ auf die Einbindung in Totholz. Aus der Streu wurden 1.427 Gg CO₂ freigesetzt. Durch die Drainage organischer Böden wurden 676 Gg CO₂-Äquivalente freigesetzt. Durch Kalkung emittierten zusätzlich 64 Gg CO₂ und durch Waldbrände 1,6 Gg CO₂-Äquivalente.

Die Zeitreihen der Emissionen aus den Wäldern (siehe Abbildung 51 und Abbildung 52) verdeutlichen, dass die Summe der Treibhausgaseinbindungen der Wälder im Jahr 2002 „sprunghaft“ zurückgegangen sind. Der Grund für den Sprung ist die periodische Erfassung im Rahmen der BWI. Weitere Details hierzu werden im Kapitel 7.2.4.1.1 beschrieben.

Ausschlaggebend für die Einbindungen in der Waldkategorie sind die Pools Phytomasse (61,39 %), mineralische Böden (28,14 %) und Totholz (10,47 %). Quellen entstehen durch die Streu, Drainage, Kalkung und Waldbrände. Die Quellen tragen mit 5,69 % nur einen sehr geringen Anteil zur Treibhausgasbilanz im Wald bei.

⁷⁴ Die Angabe CS/T2 bezieht sich auf die Ermittlung der Kohlenstoffvorratsänderung in der Biomasse, im Totholz und der Streu. Änderungen in Totholz, Streu im Boden wurden nach Tier 1 auf 0 geschätzt.

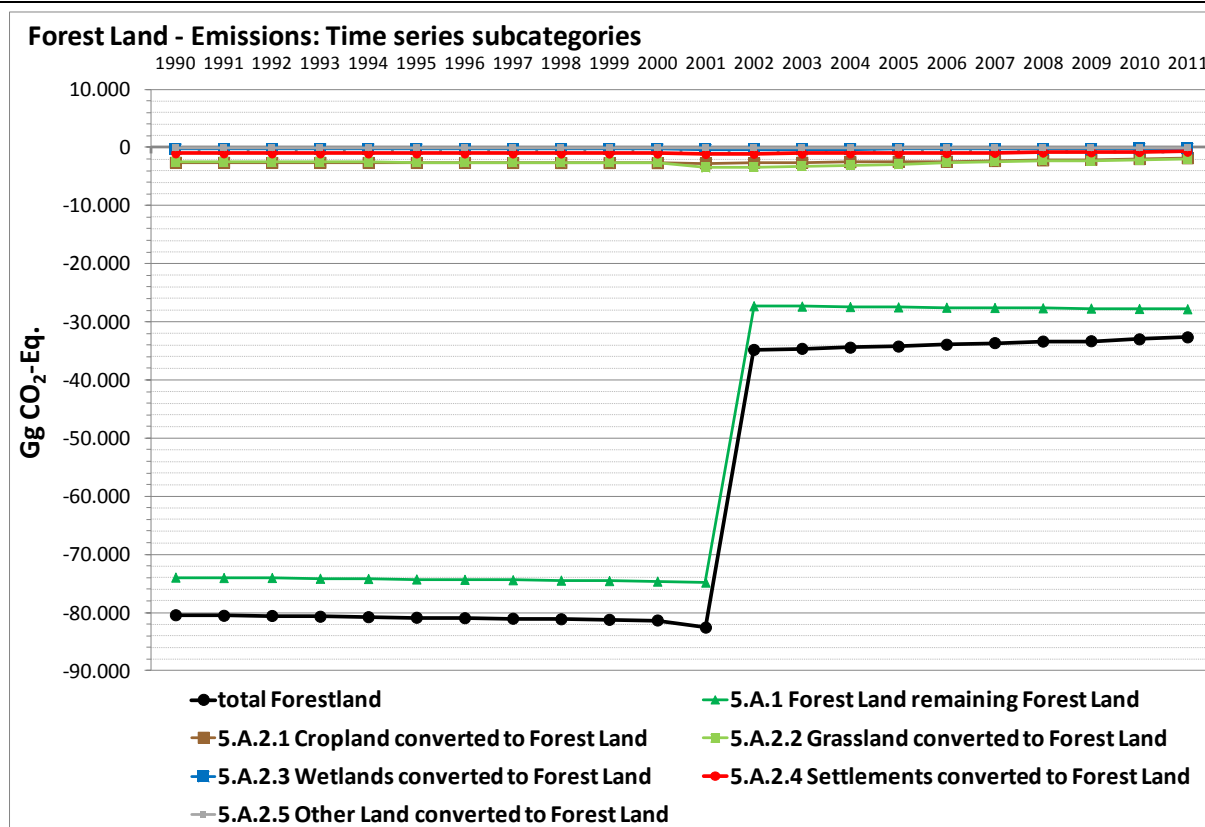


Abbildung 51: Treibhausgasemissionen [Gg CO₂-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Wäldern von 1990 – 2011 nach Subkategorien

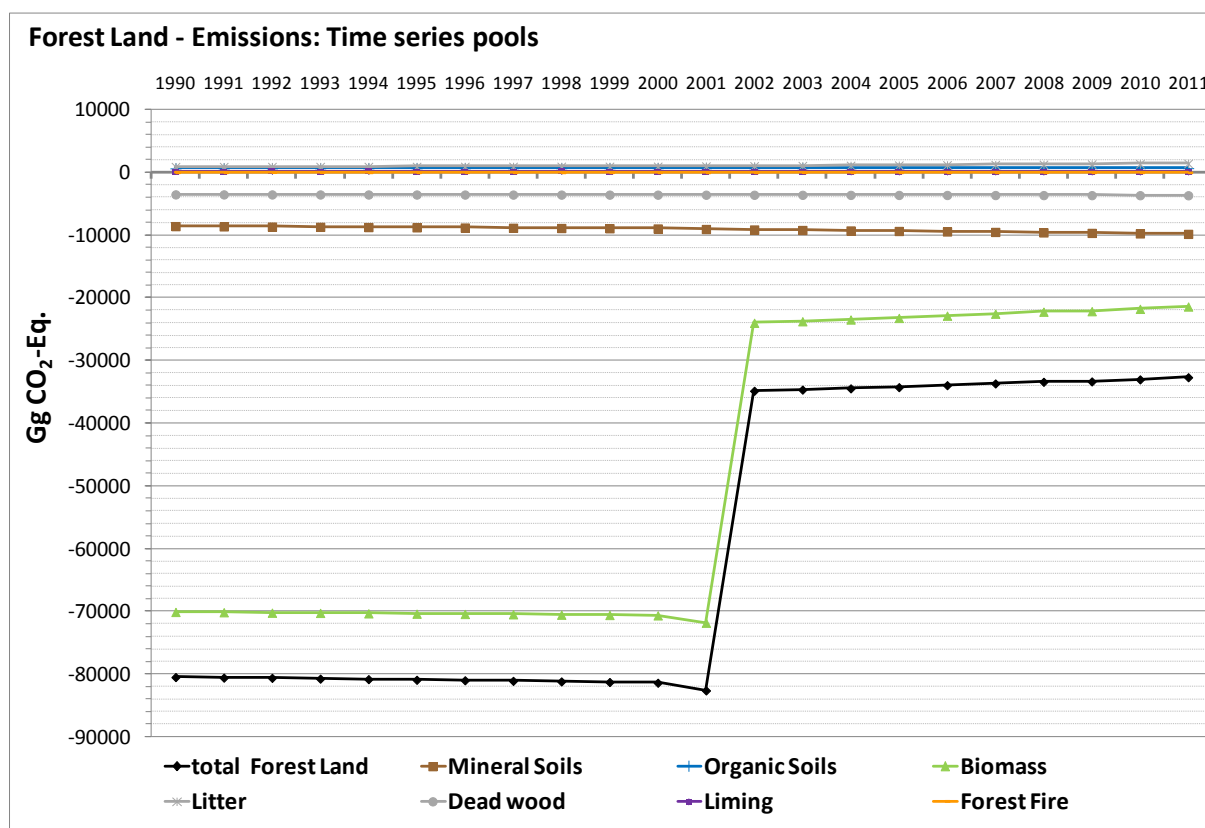


Abbildung 52: Treibhausgasemissionen [Gg CO₂-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Wäldern von 1990 – 2011 nach Pools

Die Kategorie „Wald“ wird in der Good Practice Guidance for Land use, Land-use Change and Forestry (GPG-LULUCF, IPCC, 2003) und in den offiziellen Berichtstabellen im Common Reporting Format (CRF) für die an das Klimasekretariat zu übermittelnden Treibhausgasinventare in verbleibende Waldfläche, die im Berichtszeitraum unverändert Wald bleibt (Forest Land remaining Forest Land) und Neuwald, der durch Aufforstung oder natürliche Sukzession auf zuvor anderweitig genutzten Flächen entstanden ist (Land converted to Forest Land), unterteilt. Zu beachten ist, dass mit einer 20jährigen Übergangszeit (transition time) mit einer Datengrundlage ab dem Jahr 1970 gerechnet wird (siehe Kapitel 7.1.3).

7.2.1.1 Verbleibende Waldfläche (Forest Land remaining Forest Land) (5.A.1)

Als verbleibende Waldfläche wird die Fläche bezeichnet, die im Berichtsjahr unverändert Wald bleibt. Hinzu kommen Flächen, die nach 20 Jahren von der Kategorie Neuwald in die verbleibende Waldfläche wechseln. Die verbleibende Waldfläche unterscheidet sich von der Gesamtwaldfläche durch das Weglassen der Neuwaldflächen, die in einer gesonderten Kategorie betrachtet werden (siehe Kapitel 7.2.1.2).

7.2.1.2 Neuwaldflächen (Land converted to Forest Land) (5.A.2)

Neue Waldflächen entstehen durch Sukzession, Wiederbewaldung und Aufforstung und speichern C-Äquivalente mit Beginn der Umwandlung. Nach IPCC GPG-LULUCF (2003) verbleibt Neuwald 20 Jahre lang in dieser Kategorie und geht dann in die Kategorie „verbleibende Waldfläche“ über.

Es ist zu beachten, dass die C-Vorräte vorheriger Landnutzungen nach der Umwandlung abgezogen werden. Informationen dazu finden sich in den Kapiteln 7.3 bis 7.7.

7.2.2 Informationen zu den für die Ermittlung der Waldflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.A)

Zur Ermittlung der Waldflächen, der eingetretenen Landnutzungsänderungen, der Schätzung der Emissionsfaktoren für Boden, Biomasse, Streu und Totholz sowie für die Berechnung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten bzw. in verschiedenen Zeiträumen sowie für die Emissionsberechnung für Waldbrand, Düngung und Drainage wurden folgende Datenquellen benutzt:

- Bundeswaldinventur 1 (BWI 1)
- Bundeswaldinventur 2 (BWI 2)
- Inventurstudie 2008 (IS08)
- Datenspeicher Waldfonds (DSWF)
- Bodenzustandserhebung im Wald I (BZE I)
- Bodenzustandserhebung im Wald II (BZE II)
- Bodeninventurdaten von dem Projekt BioSoil (BioSoil)
- GSE Forest Monitoring⁷⁵: Inputs für die Nationale Treibhausgasberichterstattung (GSE FM-INT)
- Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS®)

⁷⁵ GSE =GMES Services Elements

GMES = Global Monitoring for Environment and Security

- CORINE Land Cover (CLC)
- Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:1.000.000 (BÜK 1000)
- Waldbrandstatistik der Bundesrepublik Deutschland
- Düngemittelstatistik vom Statistischen Bundesamt

7.2.2.1 Bundeswaldinventur, Inventurstudie 2008 und Datenspeicher Waldfonds

Die Bundeswaldinventur erfasst die großräumigen Waldverhältnisse und forstlichen Produktionsmöglichkeiten auf Stichprobenbasis nach einem einheitlichen Verfahren in Deutschland. Sie ist eine terrestrische Stichprobeninventur mit permanent markierten Probepunkten in einem 4 km x 4 km Grundnetz, das auf Wunsch der Bundesländer regional verdichtet wurde⁷⁶. Die erste Bundeswaldinventur (BWI 1) erstreckte sich nur über das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland in ihren Grenzen vor 1990 und Westberlin und wurde in dem Zeitraum 1986 bis 1989 (Stichjahr 1987) durchgeführt. Die zweite Bundeswaldinventur (BWI 2) wurde in den Jahren 2001 bis 2003 (Stichjahr 2002) als Wiederholungsinventur in den alten Bundesländern und als Erstinventur in den neuen Bundesländern durchgeführt (BMVEL, 2001; BMELV, 2005).

Daten zum Zustand des Waldes zu Beginn der Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls wurden im Jahr 2008 auf einer Teilstichprobe der Bundeswaldinventur im Netz von 8 km x 8 km ermittelt. Diese sogenannte Inventurstudie 2008 (IS08) bedient sich im Wesentlichen der Methodik der Bundeswaldinventur (SCHWITZGEBEL et al. 2009, BMELV 2010).

Der Datenspeicher Waldfonds (DSWF) enthält flächendeckende Forsteinrichtungsdaten für das Gebiet der DDR bis 1993. Diese Daten wurden in periodischen Abständen erhoben und jährlich mit Wachstumsmodellen fortgeschrieben sowie nach Vollzugs- und Änderungsmeldungen der Forstbetriebe aktualisiert (BMELF, 1994).

7.2.2.2 Bodenzustandserhebung im Wald (BZE und BioSoil)

Zur Bestimmung der Kohlenstoffemissionen aus Waldböden wurde die Vorratsänderungsmethode angewandt (IPCC 2003). Dazu konnten Daten aus den drei bodenkundlichen Inventuren BZE I, BioSoil und BZE II genutzt werden. Die BZE I wurde von 1987 bis 1992, BioSoil von 2006 bis 2007 und die BZE II von 2006 bis 2008 durchgeführt. Bei allen drei Inventuren wurden sowohl die gesamte organische Auflage, im folgendem nach IPCC (2003) Streu genannt, als auch der Mineralboden beprobt. Die Daten der drei Inventuren wurden von den Bundesländern erhoben.

Bei der BZE I (WOLFF & RIEK 1996) und BZE II (WELLBROCK et al. 2006) wurden Waldböden deutschlandweit in einem Raster von 8 km x 8 km beprobt. Dazu wurden an jedem Rasterpunkt in einem Radius von 10 m acht Satellitenproben um eine zentrale Bodengrube mit freigelegtem Bodenprofil genommen. Die Anzahl der Rasterpunkte betrug bei der BZE I 1800 und bei der BZE II 2000. Die Zunahme in der Stichprobenanzahl zwischen beiden Inventuren erklärt sich v.a. dadurch, dass Flächen betreten werden durften, bei denen zuvor keine Zutrittserlaubnis vorlag (z.B. sind alte Truppenübungsplätze jetzt zugänglich).

⁷⁶ weitere Informationen: <http://www.bundeswaldinventur.de>

Im Zeitraum der BZE II wurde parallel die BioSoil–Erhebung (UN-ECE 2006) an 425 Punkten in einem Raster von 16 km x 16 km durchgeführt. Probenahme- und Analysemethodik entsprachen der BZE II–Methodik. Die Rasterpunkte der drei Inventuren lagen zum Großteil jeweils innerhalb eines Radius von 30 m. Bei ca. 400 Punkten ist es zu einer systematischen Rasterverschiebung gegenüber der BZE I gekommen.

Während für die BZE I eine Datenbank mit ca. 1800 Punkten vorliegt, für die Kohlenstoffvorräte für die Streu und den Mineralboden (0 – 30 cm) berechnet wurden (WOLFF & RIEK 1996), ist die Übermittlung der Daten aus den BZE II-Erhebungen von den Bundesländern an eine gemeinsame Bundesdatenbank gegenwärtig nahezu abgeschlossen. Für die BZE II liegen Daten von ca. 1.800 Rasterpunkten für die Kohlenstoffvorratsberechnung vor. Die Analysen und deren Bewertung mit den Länderexperten sind noch nicht abgeschlossen.

7.2.2.3 Weitere Aktivitätsdaten

Weitere Aktivitätsdaten umfassen

- GSE Forest Monitoring: Inputs für die Nationale Treibhausgasberichterstattung für die neuen Bundesländer
- Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS®)
- CORINE Land Cover (CLC)

Details dazu sind in Kapitel 7.1.3.2.1 beschrieben.

7.2.3 *Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssystemen und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.A)*

7.2.3.1 Walddefinition der Bundeswaldinventur

Grundlage der Berichterstattung ist die Walddefinition der Bundeswaldinventur (BMVEL, 2001):

Wald im Sinne der BWI ist, unabhängig von den Angaben im Kataster oder ähnlichen Verzeichnissen, jede mit Forstpflanzen bestockte Grundfläche. Als Wald gelten auch kahl geschlagene oder verlichtete Grundflächen, Waldwege, Waldeinteilungs- und Sicherungstreifen, Waldblößen und Lichtungen, Waldwiesen, Wildäusungsplätze, Holzlagerplätze, im Wald gelegene Leitungsschneisen, weitere mit dem Wald verbundene und ihm dienende Flächen einschließlich Flächen mit Erholungseinrichtungen, zugewachsene Heiden und Moore, zugewachsene ehemalige Weiden, Almflächen und Hutungen sowie Latschen- und Grünerlenflächen. Heiden, Moore, Weiden, Almflächen und Hutungen gelten als zugewachsen, wenn die natürlich aufgekommene Bestockung ein durchschnittliches Alter von fünf Jahren erreicht hat und wenn mindestens 50 % der Fläche bestockt sind. In der Flur oder im bebauten Gebiet gelegene bestockte Flächen unter 1.000 m², Gehölzstreifen unter 10 m Breite und Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen sowie zum Wohnbereich gehörende Parkanlagen sind nicht Wald im Sinne der BWI. Wasserläufe bis 5 m Breite unterbrechen nicht den Zusammenhang einer Waldfläche.

Abweichend zur Walddefinition der Bundeswaldinventur wurden Flächen, die nach der BWI als Wald zählen, aber dort als Waldkategorie Nichtholzboden erfasst wurden und somit unbestockt sind, bei der Kohlenstoffvorrats- und -änderungsrechnung nicht berücksichtigt.

Kurzumtriebsplantagen werden bei der BWI als Wald erfasst, sind aber nicht Wald in Sinne der Waldinventur, des Waldgesetzes und des Inventars.

Nach den IPCC GPG-LULUCF (2003) bleibt Neuwald 20 Jahre lang in dieser Kategorie und geht erst dann in die Kategorie „verbleibende Waldfläche“ über. Für die Aufforstungsfläche werden Daten ab 1970 berücksichtigt.

7.2.3.2 Bestimmung der Waldfläche und der Veränderung

Für die Herleitung der Aktivitätsdaten für den LULUCF-Sektor wird einheitlich für alle Landnutzungskategorien ein Stichprobensystem verwendet, für das Landnutzungen den Stichprobenpunkten für bestimmte Zeitpunkte und aus verschiedenen Datenquellen zugeordnet wurden und aus dem eine Landnutzungsmatrix von 1990 bis 2011 erstellt wurde. Eine ausführliche Beschreibung der Vorgehensweise ist im Kapitel 7.1.3 zu finden. Für die Forstkategorien verbleibende Waldfläche und Neuwaldflächen sind die Aktivitätsdaten in Tabelle 239 zusammengefasst.

Tabelle 239: Waldfläche, verbleibender Wald und Flächenveränderungen von anderen Landnutzungskategorien zu Neuwald von 1990 bis 2011

Jahr	Waldfläche [ha]	Verbleibende Waldfläche (5.A.1) [ha]	Acker Umwandlung zu Wald (5.A.2.1) [ha]	Grünland i.e.S. Umwandlung zu Wald (5.A.2.2) [ha]	Gehölze Umwandlung zu Wald (5.A.2.2) [ha]	Terrestrische Feuchtgebiete Umwandlung zu Wald (5.A.2.3) [ha]	Gewässer Umwandlung zu Wald (5.A.2.3) [ha]	Siedlungen Umwandlung zu Wald (5.A.2.4) [ha]	Sonstiges Land Umwandlung zu Wald (5.A.2.5) [ha]
1990	10.766.646	10.204.916	178.940	173.280	103.734	27.924	1.799	73.067	2.985
1991	10.779.590	10.217.861	178.940	173.280	103.734	27.924	1.799	73.067	2.985
1992	10.792.535	10.230.806	178.940	173.280	103.734	27.924	1.799	73.067	2.985
1993	10.805.479	10.243.750	178.940	173.280	103.734	27.924	1.799	73.067	2.985
1994	10.818.424	10.256.695	178.940	173.280	103.734	27.924	1.799	73.067	2.985
1995	10.831.368	10.269.639	178.940	173.280	103.734	27.924	1.799	73.067	2.985
1996	10.844.313	10.282.584	178.940	173.280	103.734	27.924	1.799	73.067	2.985
1997	10.857.257	10.295.528	178.940	173.280	103.734	27.924	1.799	73.067	2.985
1998	10.870.202	10.308.473	178.940	173.280	103.734	27.924	1.799	73.067	2.985
1999	10.883.146	10.321.417	178.940	173.280	103.734	27.924	1.799	73.067	2.985
2000	10.896.091	10.334.362	178.940	173.280	103.734	27.924	1.799	73.067	2.985
2001	10.902.166	10.358.844	174.786	167.273	98.687	26.688	1.729	70.945	3.214
2002	10.908.241	10.383.327	170.631	161.265	93.640	25.452	1.659	68.824	3.442
2003	10.914.316	10.407.809	166.477	155.258	88.593	24.217	1.589	66.702	3.671
2004	10.920.391	10.432.292	162.323	149.250	83.545	22.981	1.519	64.580	3.900
2005	10.926.466	10.456.775	158.169	143.243	78.498	21.745	1.449	62.459	4.129
2006	10.928.856	10.481.479	151.541	136.035	74.612	20.349	1.393	59.435	4.012
2007	10.931.245	10.506.183	144.912	128.828	70.727	18.953	1.336	56.410	3.896
2008	10.933.634	10.530.887	138.284	121.620	66.841	17.556	1.279	53.386	3.780
2009	10.933.204	10.557.185	129.767	113.454	61.787	16.160	1.189	50.031	3.631
2010	10.932.775	10.583.483	121.250	105.288	56.733	14.764	1.099	46.676	3.482
2011	10.932.345	10.609.781	112.733	97.123	51.679	13.368	1.009	43.321	3.332

7.2.4 Methodische Aspekte (5.A)

7.2.4.1 Biomasse

7.2.4.1.1 Verbleibende Waldfläche

Für die alten Bundesländer liegen für den Zeitraum bis 2002 Daten aus zwei Bundeswaldinventuren (Stichtage: 1.10.1987 und 1.10.2002) vor. Die C-Vorräte nahmen in den Wäldern der alten Bundesländer zwischen der BWI 1 und BWI 2 um $1,35 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ zu. Die Vorratsanreicherung ist auf die geringe Nutzung im Vergleich zum Zuwachs zurückzuführen. Für die neuen Bundesländer wurden wegen Fehlens einer der BWI 1 vergleichbaren Erstinventur die Daten der BWI 2 mit den Daten des Datenspeichers Waldfonds (DSWF) verglichen. Bei dem Vergleich zeigte sich eine deutliche Netto-Kohlenstoffvorratsanreicherung von $2,52 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Ab 2002 stehen für die Veränderungsrechnung für Gesamtdeutschland die Daten der BWI 2 und der Inventurstudie 2008 (IS08) zur Verfügung. Auf Basis dieser Informationen wurde eine C-Vorratsanreicherung von $0,44 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ für das gesamte Bundesgebiet berechnet.

Nichts desto trotz hat die Senkenwirkung der bewirtschafteten Wälder unter Forest Management deutlich abgenommen. Ein Grund hierfür ist die nahezu Verdopplung der Nutzungsmenge. So wurden in der ersten Inventurperiode (1987 – 2002) in den alten Bundesländern durchschnittlich rund 47,9 Mio. m^3 Vorratsfestmetern (Vfm) pro Jahr geerntet; in der Inventurperiode 2002 – 2008 dagegen rund 89,0 Mio. m^3 (Vfm). Trotz der Zunahme der Nutzungsmengen und den daraus resultierenden CO_2 -Emissionen blieben diese in der Summe unter den CO_2 -Einbindungen.

Die Einschlagsstatistik für die gesamte Bundesrepublik– welche jedoch abweichende Werte wiedergibt (siehe DIETER & ENGLERT 2005)– weist einen ähnlichen Trend mit durchschnittlich 39 Mio. m^3 Erntefestmetern (Efm) ⁷⁷ in der Periode 1991 – 2001 und durchschnittlich 56 Mio. m^3 (Efm) in der Periode 2002 – 2010 auf (siehe Abbildung 54). Die Datenqualität der Holzeinschlagsstatistik ist allerdings schlecht, da viele Teilgrößen auf Expertenschätzung beruhen. „Vor dem Hintergrund der Ergebnisse der Bundeswaldinventur sowie anderer vorstehend vorgestellter Schätzungen lassen sich die Angaben der amtlichen Holzeinschlagsstatistik nicht mehr glaubwürdig vertreten. Dies gilt sowohl für den Einschlag insgesamt als auch für einzelne Teilaggregate“ (DIETER & ENGLERT 2005, S. 7). Daher ist die Holzeinschlagsstatistik als Datenquelle für das nationale Inventar ungeeignet.

In Abbildung 53 sind die Kohlenstoffvorräte für die drei Inventurzeitpunkte angegeben. Die Daten von 1987 bzw. 1993 kommen aus der BWI 1 bzw. dem DSWF, von 2002 aus der BWI 2 und von 2008 aus der IS08. Auch diese Zahlen verdeutlichen die Zunahme des Kohlenstoffvorrates in den Wäldern, wobei hier sowohl die verbleibenden Waldflächen als auch Neuwaldflächen berücksichtigt wurden.

Die Wälder der Bundesrepublik Deutschland sind damit insgesamt eine Nettosenke für Kohlenstoff.

⁷⁷ In Vorratsfestmetern wird die Holzmasse des stehenden Baumes angegeben. Der Erntefestmeter entspricht dem Vorratsfestmeter abzüglich der Verluste bei der Holzernte.

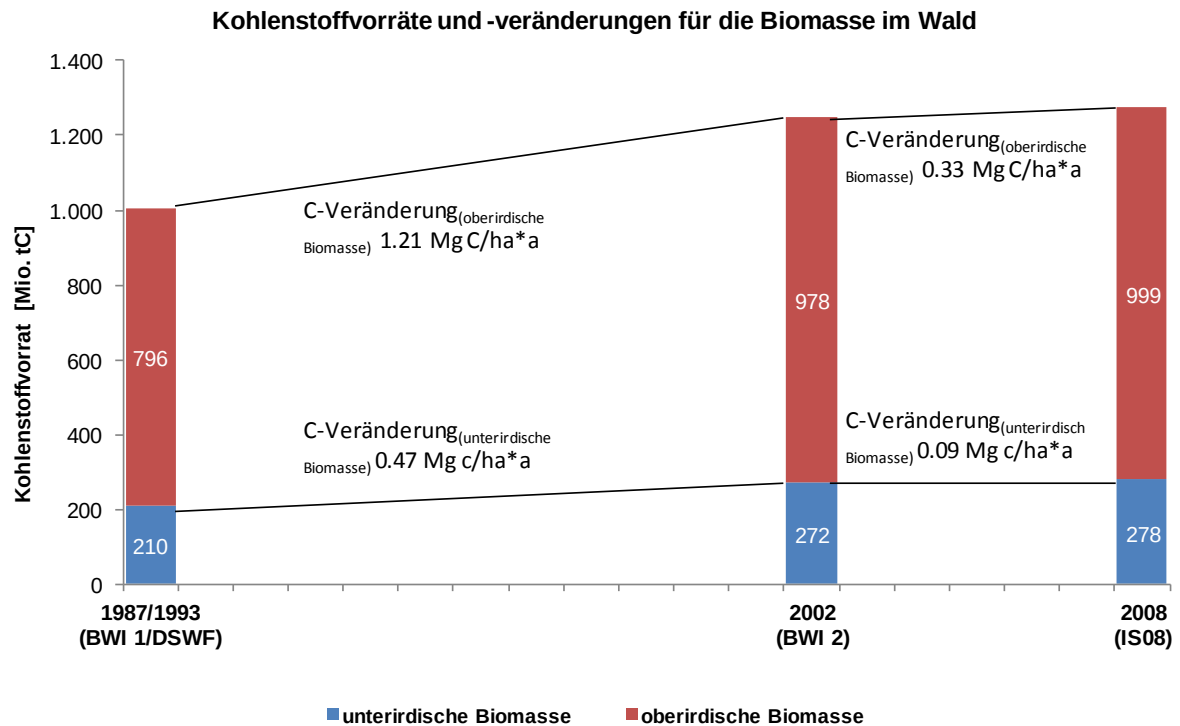


Abbildung 53: Kohlenstoffvorräte und -veränderung für die unterirdische und oberirdische Biomasse im Wald für die Jahre 1987/1993, 2002 und 2008

Die Berechnung der Änderungen der Kohlenstoffvorräte für die Biomasse erfolgt mit der „Stock-Change-Methode“ (IPCC 2003, S. 3.24). Durch die Anwendung dieser Methode erhält man einen durchschnittlichen landesspezifischen Emissionsfaktor (Tier 2) für die Zeiträume zwischen den jeweiligen Jahren, für die Datenquellen vorhanden sind. Somit einen IEF vor 2002, der die durchschnittliche Biomasseveränderung zwischen BWI 1 (1989) und BWI 2 (2002) in den alten Bundesländern und DWSF und BWI 2 (2002) in den neuen Bundesländern widerspiegelt und einen IEF ab 2002 der eine durchschnittliche Biomasseveränderung zwischen BWI 2 (2002) und IS08 (2008) für ganz Deutschland wiedergibt. Dadurch erfolgt zwischen den Jahren 2001 und 2002 eine Anpassung der Biomasseveränderungen, die zu dem sogenannten „Sprung“ führt (siehe Kapitel 7.2.1 Abbildung 51).

Ein Grund für die Veränderung ist die erhöhte Holznutzung in der Inventurperiode 2002 bis 2008. Abbildung 54 gibt den Zusammenhang zwischen der Holznutzung und der Biomasseveränderung wieder.

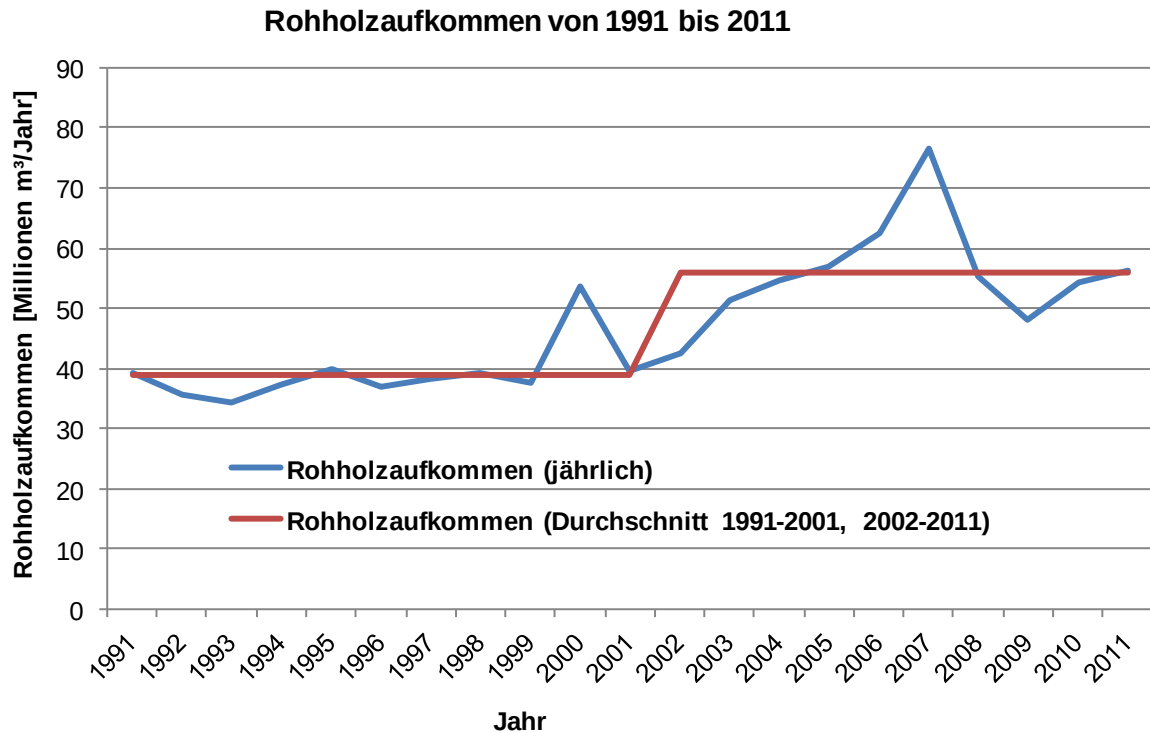


Abbildung 54: Rohholzaufkommen im Wald nach Holzeinschlagsstatistik des Statistischen Bundesamtes jährlich und für die Perioden 1991 bis 2001 und 2002 bis 2011

Ein zweiter Grund ist die Veränderung des Brutto-Zuwachses der Wälder durch eine sich verändernde Altersstruktur (siehe Abbildung 55). Deutsche Wälder werden immer älter, so dass eine Abnahme des Zuwachses angenommen wird. Aufgrund fehlender Daten vor 2002 für Gesamtdeutschland kann der Effekt nicht quantifiziert werden. Dies wird sich mit den Ergebnissen der BWI 3 (2012) ändern.

Altersklassenstruktur der Wälder in Deutschland 1990, 2002 und 2008

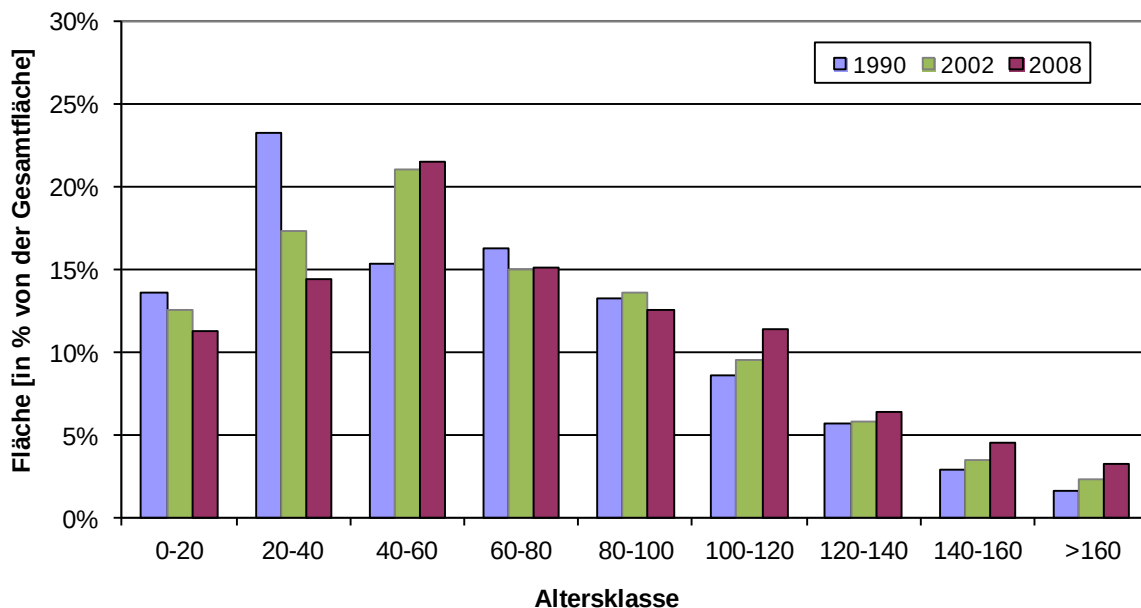


Abbildung 55: Altersklassenstruktur der Wälder in Deutschland zum Zeitpunkt 1990, 2002 und 2008

7.2.4.1.2 Neuwaldfläche

Für die Neuwaldfläche wurde auf Basis der BWI 1 und BWI 2 eine Einzelbaumberechnung durchgeführt. Es wurden nur Bäume in den alten Bundesländern berücksichtigt, da die BWI 1 nur dort durchgeführt wurde. Die Kohlenstoffvorräte wurden für jede Umwandlungsfläche einer Landnutzungskategorie in Wald berechnet und am Ende in der Kategorie Neuwald zusammengefasst. Die Vorräte der Vornutzungskategorien wurden abgezogen und somit berücksichtigt.

Da für die neuen Bundesländer die Holzvorräte der Neuwaldflächen nicht direkt aus dem Vergleich zweier Inventuren abgeleitet werden konnten, wurden die Werte der alten Bundesländer verwendet.

Die Biomassevorräte am Ende der Vegetationsperiode 2002 entsprechen der Vorratszunahme in der Biomasse über den gesamten Betrachtungszeitraum seit 1987. Diese Vorratszunahme wurde linear über den Betrachtungszeitraum 1990 bis 2011 interpoliert bzw. extrapoliert. Die Daten der IS08 sind für die Berechnung der Biomasse von Neuwaldflächen ungeeignet und daher wird ein konstanter Zuwachswert von 1990 bis jetzt verwendet. Die C-Vorratsanreicherung in der Biomasse beträgt für die gesamte Aufforstungsfläche jedes Jahr $4,15 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Zu beachten ist, dass die Aufforstungsflächen 20 Jahre in dieser Landnutzungskategorie verbleiben. Bei den jährlich hinzukommenden Flächen ist der C-Vorratsverlust von der Vornutzung im Umwandlungsjahr zu berücksichtigen, der sofort als Emission gewertet wird. In Tabelle 240 sind die C-Vorräte der Vornutzung aller Landnutzungskategorien flächengewichtet zusammengefasst (siehe auch Kapitel 7.1.7).

Tabelle 240: Kohlenstoffvorräte der Vornutzung als flächengewichtetes Mittel aller Vornutzungskategorien

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
C-Vorräte [MgC ha ⁻¹]	15,43	15,51	15,36	15,60	15,47	15,53	15,61	15,65	15,61	15,68	15,64
Jahr	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
C-Vorräte [MgC ha ⁻¹]	8,47	8,21	7,90	8,63	8,45	16,40	16,51	16,70	12,37	12,21	12,36

7.2.4.1.3 Herleitung der Einzelbaumbiomassen

Für die Berechnung von C-Vorräten wurden für die alten Bundesländer zum Stichjahr 1987 die Daten der BWI 1 (ca. 230.000 vermessene Bäume) verwendet. Für die neuen Bundesländer liegen mit dem Datenspeicher Waldfonds die Daten der Forsteinrichtung bis 1993 in aggregierter Form zur C-Vorratsberechnung vor. Die BWI 2 mit ca. 377.000 vermessenen Bäumen bildet die Datengrundlage für das Stichjahr 2002 für Deutschland. Diese Datenquellen bilden so gute Berechnungsgrundlagen für die C-Vorratsveränderungsschätzungen, dass die „stock-change-method“ der „default-method“ vorgezogen werden konnte (IPCC, 2003: S. 3.24). Ergänzt werden die BWI-Daten durch die wiederholte Aufnahme von ca. 83.000 Bäumen in der Inventurstudie 2008.

Forstliche Inventuren ermitteln Volumengrößen, oft konzentriert auf nutzbare Dimensionen. Für die Treibhausgasberichterstattung wird jedoch die Masse an Kohlenstoff in den Bäumen benötigt. Deshalb wird die Biomasse eines Baumes schrittweise geschätzt, z. B. über Biomassefunktionen, die auf die gemessenen Daten der Inventur angewendet werden können. Diese Funktionen liefern direkt Trockenmassen von Bäumen, meist mit den Eingangsgrößen Bruthöhendurchmesser (BHD) und Höhe (H). Im zweiten Schritt wird die Biomasse mit ihrem Kohlenstoffgehalt multipliziert und so die gesamte C-Masse des jeweiligen Einzelbaumes berechnet. Leider basieren die Erkenntnisse vorliegender Biomasseuntersuchungen auf einer geringen Stichprobenzahl, stammen von Bäumen, die in anderen Klimazonen wuchsen (Skandinavien, Sibirien, Nordamerika) und/oder repräsentieren nur die lokalen Wuchs- und Standortverhältnisse sowie deren Behandlungsvarianten. Deren Anwendung würde somit zu einer Verzerrung der Biomasseschätzungen führen. Daher wurde ein Verfahren angewandt (PISTORIUS et. al., 2006), bei dem das aus der Inventur verfügbare Derbholzvolumen in das oberirdische Baumholzvolumen expandiert wird. Zum oberirdischen Baumholzvolumen gehören die Äste sowie bei immergrünen Baumarten die Blattorgane. Die Schätzung des Baumholzvolumens aus dem Derbholzvolumen erfolgt mithilfe von Regressionen, die den Zusammenhang zwischen dem oberirdischen Derbholzvolumen und dem oberirdischen Baumholzvolumen beschreiben. Diese Volumenexpansionsfunktionen wurden aus den Tafeln von GRUNDNER & SCHWAPPACH (1952) abgeleitet, welche auf einer umfangreichen Datengrundlage von 71.051 Bäumen beruhen. Trotz des Alters der Datengrundlage wird angenommen, dass sie derzeit für Deutschland am besten geeignet ist.

Im nächsten Schritt erfolgte die Schätzung der oberirdischen Biomasse der Einzelbäume durch die Multiplikation der Baumholzvolumen mit der Raumdichte. Dazu wurden die baumartengruppenspezifischen Dichteangaben von KOLLMANN (1982) genutzt. Diese weisen Spannweiten auf, so dass über eine Dreiecksverteilung Fehlerbetrachtungen möglich sind. Den höheren Raumdichten in den Ästen (HAKKILA, 1972) kann mit dieser Methode Rechnung getragen werden, da die Differenz aus Baumholzvolumen und Derbholzvolumen

der Astmasse entspricht. Diese Trennung wurde für die Dichten nach KOLLMANN (1982) vorgenommen.

Die unterirdische lebende Biomasse wurde über Bestandesmassenverhältnisse abgebildet. Hierzu wurde die oberirdische Biomasse, nach Baumarten getrennt, für jeden Stichprobenpunkt auf den Hektarwert aggregiert. Dieser Wert wurde mit den IPCC-Standardwerten (IPCC, 2003, Table 3A.1.8) multipliziert, um die Wurzelbiomasse abzuleiten.

Bei der Anwendung der Stock-Change-Method wurde die lebende Biomasse in die Kompartimente Derbholzvolumen, Astvolumen und Wurzelmasse getrennt. Die Umwandlung der oberirdischen Volumina in Massen erfolgte mit baumartenspezifischen Raumdichten. Die Gleichung 14 und Gleichung 15 der C-Vorratsbestimmung nach der Stock-Change-Method wurde daher nach PISTORIUS et al. (2006) in die Form nach Gleichung 16 gebracht. Der erste Term dieser Gleichung (Derbholz, Astholz) wurde auf jeden Baum angewandt und die Ergebnisse zu Bestandeswerten aggregiert. Die nach Baumartengruppen getrennten Bestandeswerte dienten der Ableitung der unterirdischen Biomasse im zweiten Term der Gleichung 16.

Gleichung 14

$$\Delta C = (C_{t_2} - C_{t_1}) / (t_2 - t_1)$$

Gleichung 15

$$C = (D * rd * BEF) * (1 + R) * CF$$

Gleichung 16

$$C = (D * rd_{stamm} + D * rd_{ast} * (VEF - 1)) * (1 + R) * CF$$

mit:

<i>C</i>	= Kohlenstoffvorrat
<i>t</i>	= Zeitpunkt einer Inventur
<i>D</i>	= Derbholzvolumen
<i>rd_{stamm}</i>	= Stamm-Raumdichte
<i>rd_{ast}</i>	= Ast-Raumdichte
<i>BEF</i>	= Biomasseexpansionsfaktor
<i>VEF</i>	= Volumenexpansionsfaktor ⁷⁸
<i>R</i>	= Wurzel/Spross-Verhältnis
<i>CF</i>	= Kohlenstoffgehalt

7.2.4.1.4 Konvertierung in oberirdische Einzelbaumbiomasse

Bäume ab 7 cm BHD

Das Derbholzvolumen *D* eines jeden Einzelbaumes wird über die Parameter Brusthöhendurchmesser (BHD), Baumhöhe (*H*) und den Durchmesser in 7 m Höhe (*D7*) mit Hilfe der BWI-Volumenfunktionen hergeleitet. Die Konvertierung von Derbholzvolumen *D* in

⁷⁸ Nach IPCC wird hier Biomasseexpansionsfaktor (BEF) benutzt. Der Begriff BEF wird in der Literatur jedoch sehr unterschiedlich verwendet. Daher wird im Folgenden der Begriff Volumenexpansionsfaktoren (VEF) benutzt, der das Verhältnis oberirdisches Volumen/Derbholzvolumen bezeichnet.

Biomasse (in Tonnen) erfolgt über baumartengruppenspezifische Raumdichtewerte rd_{stamm} , welche durch die Funktion

Gleichung 17

$$r = r_0(1 - \beta_v / 100)$$

mit:

r	= Raumdichte
r_0	= Rohdichte
β_v	= Volumenschwundmaß

in Abhängigkeit des Volumenschwundmaßes aus den in KOLLMANN (1982) genannten Rohdichten hergeleitet wurden. Die Rohdichten nach KOLLMANN (siehe Tabelle 241) geben die Spannweiten der Rohdichten und deren Mittelwert für die wichtigsten Baumarten wieder. Die genannten Spannweiten bilden die Grundlage zur Herleitung des Fehlerrahmens, welcher durch die Konvertierung des Derbholzvolumens in Biomasse entsteht. Zum Vergleich sind in Tabelle 241 auch Raumdichten nach IPCC und von KNIGGE & SCHULZE (1966) aufgeführt. Diese sind mit denen von KOLLMANN (1982) vergleichbar, liefern aber keine Fehlerangaben.

Tabelle 241: Raumdichten rd in $[g/cm^3]$ von IPCC (2003), KOLLMANN (1982) und KNIGGE & SCHULZ (1966)

Gattung	Art	Stamm (IPCC)	Ast (IPCC)	Stamm (Kollmann)	Ast (Kollmann)	Knigge & Schulz (Ast und Stamm)	β_v [%] (Kollmann)
Picea	abies	0,40	0,54	0,38	0,51	0,38	11,9
Picea	(sonstige)	0,40	0,54	0,38	0,51	0,38	11,9
Pinus	sylvestris	0,42	0,56	0,43	0,58	0,43	12,1
Pinus	strobus	0,32	0,43	0,43	0,58	0,43	12,1
Pinus	(sonstige)	0,42	0,56	0,43	0,58	0,43	12,1
Abies	alba	0,40	0,54	0,36	0,49	0,37	11,5
Abies	(sonstige)	0,40	0,54	0,36	0,49	0,37	11,5
Pseudotsuga	menziesii	0,45	0,60	0,41	0,56	0,41	11,9
Larix	decidua	0,46	0,62	0,49	0,66	0,49	11,4
Larix	kaempferi	0,49	0,66	0,49	0,66	0,49	11,4
Thuja	spec.	0,31	0,42	0,38	0,51	0,38	11,9
Tsuga	spec.	0,42	0,56	0,38	0,51	0,38	11,9
Nadelbäume	(sonstige)	0,40	0,54	0,38	0,51	0,38	11,9
Fagus	sylvatica	0,58	0,64	0,56	0,61	0,55	17,9
Quercus	robur	0,58	0,62	0,57	0,61	0,56	12,2
Quercus	petraea	0,58	0,62	0,57	0,61	0,56	12,2
Fraxinus	exelsior	0,57	0,60	0,56	0,60	0,56	13,2
Carpinus	betulus	0,63	0,69	0,64	0,70	0,56	18,8
Acer	spec.	0,52	0,57	0,52	0,57	0,56	11,5
Tilia	spec.	0,43	0,47	0,42	0,46	0,56	12,1
Robinia	pseudoacacia	0,58	0,64	0,65	0,71	0,56	11,5
Ulmus	spec.	0,51	0,54	0,56	0,59	0,56	14,9
Castanea	sativa	0,48	0,51	0,56	0,59	0,56	11,4
Betula	spec.	0,51	0,56	0,53	0,58	0,38	13,2
Alnus	spec.	0,45	0,49	0,43	0,47	0,38	17,9
Populus	spec.	0,35	0,38	0,35	0,39	0,38	13,7
Salix	spec.	0,45	0,49	0,46	0,51	0,38	13,7
Prunus	spec.	0,49	0,54	0,56	0,61	0,38	12,6
Laubbäume	(sonstige)	0,58	0,64	0,56	0,61	0,38	13,7

Die Expansion des Derbholzvolumens D zu oberirdischem Baumholzvolumen B wurde über die in PISTORIUS et al. (2006) veröffentlichten Funktionen zur Herleitung von Volumenexpansionsfaktoren (VEF) in der Form

Gleichung 18

$$VEF = B/D = (a + bD)/D$$

realisiert. Die Parameter a und b zur Berechnung der VEF sind in Tabelle 242 aufgeführt.

Tabelle 242: Modelle für die Ableitung von Volumenexpansionsfaktoren

Modell	a	b
Birke	0,017493	1,121933
Buche Alter bis 60	0,011942	1,207371
Buche Alter 61 bis 100	0,008184	1,196184
Buche Alter ab 101	0,030255	1,128104
Eiche	0,101879	1,051529
Erle	0,004825	1,068903
Fichte Alter bis 60	0,036697	1,148143
Fichte Alter ab 61	0	1,177947
Kiefer Alter bis 80	0,009946	1,156659
Kiefer Alter ab 81	0,036883	1,076103
Tanne Alter bis 80	0,019457	1,168262
Tanne Alter 81 bis 120	0	1,228069
Tanne Alter ab 121	0	1,219492
Lärche	0,063265	1,057712

Die Differenz aus Baumholzvolumen und Derbholzvolumen wird als Astholz definiert. Astholz ist aufgrund seiner Belastungen dichter als Stammholz. Die Differenzierung verschiedener Kompartimente ermöglicht es, vom Derbholz abweichende Dichten für das Astholz anzuwenden. Die erforderlichen Daten wurden in Anlehnung an HAKKILA (1972) hergeleitet, welcher die Hölzer nach physiologischen Gruppen in Koniferen, ringporige Laubhölzer und zerstreutporige Laubhölzer einteilt. In der Tabelle 243 sind Mittelwerte für 8 Koniferen, 8 ringporige Laubhölzer und 4 zerstreutporige Laubhölzer dargestellt. Es wurde ein Verhältnis für diese physiologischen Baumartengruppen abgeleitet und die Raumdichten nach KOLLMANN (1982) entsprechend erhöht.

Tabelle 243: Raumdichten für Astholz

	Stammholz [g/cm ³]	Astholz [g/cm ³]	Verhältnis Ast/Stamm-Dichte
Koniferen	0,36	0,49	1,34
Zerstreutporige Laubhölzer	0,49	0,54	1,1
Ringporige Laubhölzer	0,54	0,57	1,06

Die oberirdische Biomasse B_o für einen Einzelbaum ergibt sich demnach aus der Summe der Derbholzbiomasse und der Astholzbiomasse nach folgender Gleichung:

Gleichung 19

$$B_o = D * rd_{stamm} + D * \left(\frac{a + bD}{D} - 1 \right) * rd_{ast}$$

Bäume unter 7 cm BHD

Die Anzahl Bäume unter 7 cm BHD wird bei der Bundeswaldinventur in Probekreisen getrennt nach Größenklassen erfasst. Für diese Größenklassen ist das mittlere Einzelbaumvolumen aus Studien der FVA Baden-Württemberg bekannt: Bäume kleiner 50 cm Höhe weisen ein mittleres Volumen von 0,0002 m³ auf; Bäume > 50 cm Höhe und < 7 cm BHD ein mittleres Volumen von 0,001 m³. Das Baumvolumen wird durch Multiplikation mit den Raumdichten der Tabelle 241 in Biomasse konvertiert.

7.2.4.1.5 Konvertierung in unterirdische Biomasse

Im Unterschied zur Herleitung der oberirdischen Biomasse wurde die Wurzeltrockensubstanz nicht über ein Volumen und die Raumdichte berechnet, sondern direkt aus der oberirdischen Masse geschätzt. Dies erfolgte mit Hilfe des Wurzel/Spross-Verhältnisses (root/shoot-ratio) auf Bestandesebene mit den Werten aus Tabelle 3A.1.8 IPCC (2003) (siehe Tabelle 244). Um die Bestandeswerte zu ermitteln, wurde die oberirdische Biomasse für jeden Stichprobenpunkt differenziert nach Baumartengruppen auf den Hektar hochgerechnet und anschließend die unterirdische Biomasse abgeleitet. Die IPCC-Tabelle hat den Vorteil, dass sie den Standardfehler der Schätzung angibt.

Die unterirdische Biomasse kann zudem durch Wurzelbiomassefunktionen berechnet werden. Wegen des hohen Aufwands der Wurzeluntersuchung existieren nur wenige Funktionen. So haben DIETER & ELSASSER 2002 eine Funktion zur Schätzung der Wurzelbiomasse veröffentlicht, die im Wesentlichen auf Daten für temperierte Wälder von CAIRNS et al. (1997), KURZ et al. (1996) und VOGT et al. (1996) aufbauen. Sie konnten so einen Stichprobenumfang von 272 Wurzeluntersuchungen erreichen. Die Funktion von DIETER & ELSASSER (2002) wurde aber wegen fehlender Fehlerangabe nicht berücksichtigt. Eine Vergleichsrechnung zwischen der Funktion von DIETER & ELSASSER (2002) und den IPCC-Werten findet sich in DUNGER et al. (2010c).

Tabelle 244: Wurzel/Spross- Verhältnis (root/shoot-ratio) auf Bestandesebene nach IPCC (2003)

Vegetationstyp	Oberirdische Biomasse [t ha ⁻¹]	mittleres Wurzel/Spross-Verhältnis	Standardfehler	unterer Bereich	oberer Bereich
Nadelbäume Plantagen	<50	0,46	0,21	0,21	1,06
	50-150	0,32	0,08	0,24	0,50
	>150	0,23	0,09	0,12	0,49
Eichenwald	>70	0,35	0,25	0,20	1,16
	<75	0,43	0,24	0,12	0,93
andere Laubbaumarten	75-150	0,26	0,10	0,13	0,52
	>150	0,24	0,05	0,17	0,30

7.2.4.1.6 Konvertierung der Einzelbaumbiomasse in Kohlenstoff

Für die Konvertierung der Biomasse in C-Vorräte wurde der IPCC-Defaultvalue (IPCC, 2003, Gleichung 3.2.3) von 0,5 angewandt. WIRTH et al. (2004) berichten, dass die Unterschiede

zwischen den Kompartimenten innerhalb einer Baumart größer sind als die Unterschiede zwischen den Baumarten. Sie kommen auf eine Spanne von 0,5 bis 0,56 gC g⁻¹ in Nadelbäumen. Der relative Standardfehler des Kohlenstoffgehaltes in Holz wird von BURSCHEL et al. (1993) mit 1 bis 2 % angegeben, WEISS et al. (2000) benutzten 2 %. Insgesamt scheint daher ein mittlerer C-Gehalt von 0,5 gC g⁻¹ als gute Annahme für den durchschnittlichen Gehalt mit einem relativen Standardfehler von ± 2 % als angemessen.

7.2.4.1.7 Hochrechnungsalgorithmen für den Zustand von 1987, 2002, 2008

An dieser Stelle werden die Hochrechnungsprozeduren für einen stratifizierten Stichprobenplan für die Zielgrößen Derbholzvorrat, Biomasse und Kohlenstoff zu einem Zeitpunkt vorgestellt. Die Stratifizierung ist notwendig, da in einigen Bundesländern das Stichprobennetz verdichtet wurde. Dabei handelt es sich um sogenannte Samplingstraten. Berechnet werden die Zustände zu den Zeitpunkten 1987, 2002 und 2008. Die Hochrechnungsalgorithmen sind für unterschiedliche Aussageeinheiten (gesamtes Bundesgebiet, verschiedene Regionen (Alte/Neue Bundesländer) und unterschiedliche LULUCF- bzw. ARD-Kategorien) identisch.

Die Bundeswaldinventur ist eine Traktstichprobe. Die kleinste Stichprobeneinheit ist der Trakt (Cluster) mit vier Traktecken (Probepunkten). An der Grenze des Inventurgebietes bzw. der Straten gibt es jedoch unvollständige Trakte mit variabler Größe, d.h. die Anzahl Stichprobenpunkte (Traktecken im Wald und Nichtwald) innerhalb eines Traktes kann zwischen den Werten 1 bis 4 variieren. Für jeden Trakt c , der im Stratum l lokalisiert ist, muss vorab die lokale Dichte (Y) berechnet werden:

Gleichung 20

$$Y_{lc} = \frac{\sum_{m=1}^M I_{l,c,m} Y_{l,c,m}}{M_{l,c}}$$

mit $M_{l,c}$ = Anzahl Stichprobenpunkte des Traktes c im Stratum l . Daraus ergibt sich der Mittelwertschätzer bezogen auf Wald und Nichtwald für das Stratum l wie folgt:

Gleichung 21

$$\hat{Y}_l = \frac{\sum_{c_l=1}^{C_l} M_{l,c} Y_{lc}}{\sum_{c_l=1}^{C_l} M_l}$$

Der Gesamtschätzer für eine Zielgröße über alle Straten hinweg ($\hat{Y}_{st}$) ist ein mit den Flächenanteilen der Straten gewichteter Mittelwert aus den einzelnen Stratenschätzern:

Gleichung 22

$$\hat{Y}_{st} = \sum_{l=1}^L \hat{Y}_l \frac{\lambda(U_l)}{\lambda(U)}$$

Das Total einer Zustandsschätzung ergibt sich durch Multiplikation des Gesamtschätzers mit der Gesamtfläche $\lambda(U)$.

Gleichung 23

$$\hat{Y}_{st} = \hat{\bar{Y}}_{st} \lambda(U)$$

Der (wald-) flächenbezogene Mittelwert ist definiert als Quotienten- oder Ratioschätzer ($\hat{R}_{st}$) aus:

Gleichung 24

$$\hat{R}_{st} = \frac{\hat{Y}_{st}}{\lambda(U_{Wald})}$$

7.2.4.1.8 Hochrechnungsalgorithmen für die Veränderung zwischen 1987 und 2002 bzw. 2002 und 2008 (Herleitung der Vorratsveränderung nach der „Stock-Change-Method“)

Für die Berechnung der Veränderung zwischen zwei Zeitpunkten wurde die CFI (Continuous Forest Inventory) -Methode gewählt, d.h. für die Hochrechnung werden nur die Traktecken herangezogen, die zu beiden Zeitpunkten aufgenommen wurden. Die Veränderungsschätzung beruht somit auf der Differenz beider Zustandsschätzungen. Auf Ebene der Straten wird die Gesamtveränderung geschätzt durch:

Gleichung 25

$$\hat{G}_l = \hat{Y}_l^{(t_2)} - \hat{Y}_l^{(t_1)}$$

Die Schätzung der Gesamtveränderung über die Straten hinweg für die gesamte Aussageeinheit erfolgt analog zu Gleichung 22. Die Schätzung des Veränderungstotals berechnet sich nach Gleichung 23. Die Veränderung des flächenbezogenen Mittelwertes ergibt sich aus:

Gleichung 26

$$\hat{G}_{Rst} = \hat{R}_{st}^{(t_2)} - \hat{R}_{st}^{(t_1)}$$

7.2.4.1.9 Interpolation der Zeiträume hin zu jährlichen Veränderungsschätzungen

Da es sich bei der Bundeswaldinventur um eine periodisch wiederkehrende Inventur handelt, müssen die Veränderungsschätzungen zwischen zwei Zeiträumen interpoliert werden, um jährliche Veränderungsraten, sogenannte Emissionsfaktoren, zu erhalten. Für die Zeiträume zwischen der BWI 1 (Stichjahr 1987) und der BWI 2 (Stichjahr 2002) sowie der Inventurstudie 2008 erfolgte eine lineare Interpolation auf Ebene der LULUCF- bzw. ARD-Klassen. Der Emissionsfaktor EF für eine LULUCF-Klasse ist somit als Quotient des flächenbezogenen Mittelwertes und der Anzahl Jahre a im Inventurintervall definiert:

Gleichung 27

$$EF = \hat{R}_{st}^{(t_1, t_2)} / a$$

Für eine Fortschreibung der Veränderungsschätzungen über den Inventurzeitraum hinaus (Extrapolation) wurde ebenfalls ein linearer Trend gewählt.

7.2.4.2 Totholz

7.2.4.2.1 Verbleibende Waldfläche

Für die Berechnung der Kohlenstoffvorräte im Totholz wurden die Daten der BWI 2 (BMELV 2005) und der Inventurstudie 2008 verwendet. Die terrestrische Aufnahme der BWI 2 beschränkte sich auf Totholz mit einem Durchmesser ab 20 cm am dickeren Ende bei liegendem Totholz bzw. BHD bei stehendem Totholz sowie Stöcke ab 50 cm Höhe oder 60 cm Schnitflächendurchmesser (BMVEL 2001). Aufgrund der Vorgaben der Klimaberichterstattung wurde die Erfassungsgrenze für Totholzobjekte bei den Erhebungen der Inventurstudie 2008 auf einen Durchmesser ab 10 cm am dickeren Ende gesenkt (BMELV 2010). Bei beiden Waldinventuren erfolgte eine Unterteilung in die drei Baumartengruppen Nadelbäume, Laubbäume (außer Eiche) und Eiche. Der Zersetzungsgrad des Totholzes wurde nach vier Kategorien angesprochen (BMELV 2010, BMVEL 2001).

Für die Berichterstattung nach IPCC (2003) wurde aus den in der Inventurstudie erhobenen Daten die Relation des Totholzvorrates zwischen der Aufnahmegrenze von 10 cm und 20 cm ermittelt. Unter der Annahme, dass dieses Verhältnis zum Zeitpunkt der BWI 2 gleich war, erfolgte die Schätzung des Totholzvorrates ab 10 cm Aufnahmegrenze für das Jahr 2002. Für die Totholzvorräte der BWI 2 (2002) und der Inventurstudie (2008) wurde die Biomasse für die einzelnen Zersetzungsgrade mit der Raumdichte nach FRAVER et al (2002) für Nadelholz und nach MÜLLER-USING & BARTSCH (2009) für Laubholz ermittelt. Für die Berechnung der Raumdichte des Laubholzes wurden die Totholzobjekte der Baumartengruppen Laubbäume (außer Eiche) und Eiche zusammengelegt. Die jährliche Änderung des C-Vorrates im Totholz wurde nach Gleichung 28 (IPCC, 2003, Gleichung 3.2.12) berechnet und beträgt $0,09375 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Gleichung 28

$$\Delta C_{FFDW} = \frac{A * (B_{t_2} - B_{t_1})}{T} CF$$

mit:

ΔC_{FFDW} = jährliche Änderung des Kohlenstoffes im Totholz auf verbleibenden Waldflächen

A = Fläche des verbleibenden Waldes

B_{t1} = Totholzvorrat zum Zeitpunkt t_1 für den verbleibenden Wald

B_{t2} = Totholzvorrat zum Zeitpunkt t_2 (vorherige Zeit) für den verbleibenden Wald

$T=(t_2-t_1)$ = Zeitraum zwischen den beiden Schätzungen

CF = Kohlenstoffkonversionsfaktor (Standardwert = 0,5)

7.2.4.2.2 Neuwaldfläche

In Neuwaldflächen (0-20 Jahre) kommt es zu keiner anrechenbaren Totholzanreicherung, da anfallende Totholzobjekte einen Durchmesser unter 10 cm haben. Nach den Vorgaben der Klimaberichterstattung liegt die Erfassungsgrenze für Totholzobjekte bei einem Durchmesser $> 10 \text{ cm}$. Aus den Daten der BWI 2 geht hervor, dass der mittlere BHD eines 20-jährigen Bestandes über alle Baumarten maximal 10 cm beträgt. Deshalb wird für den gesamten Berichtszeitraum auf Neuwaldflächen kein Totholz angegeben und in den CRF-Tabellen NO (nicht vorkommend) berichtet.

7.2.4.3 Streu

7.2.4.3.1 Verbleibende Waldfläche

Die Veränderungsrechnung der C-Vorräte im Boden und Streu basiert auf den Daten der bundesweiten Bodenzustandserhebungen im Wald (BZE I und BZE II) und der BioSoil-Inventurdaten (siehe Kapitel 7.2.2.2). In dem Zeitraum von 1990 (BZE I) bis 2006 (BZE II / BioSoil) war eine leichte Abnahme der Kohlenstoffvorräte von $-0.05 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ zu verzeichnen (siehe Kapitel 7.2.4.3.4). Es wurde angenommen dass dieser Trend auch für den Zeitraum von 2007 bis 2011 galt.

7.2.4.3.2 Neuwaldflächen

Für die Berechnung der Streuauflage wurden die Zustandsdaten der BZE I, BZE II und von BioSoil verwendet. Danach betragen die mittleren Kohlenstoffvorräte in der Streu für das Stichjahr 1990 der BZE I $18,58 \text{ MgC ha}^{-1}$ und für das Stichjahr 2006 der BZE II/BioSoil $18,71 \text{ MgC ha}^{-1}$ (siehe Kapitel 7.2.4.3.3). Der mittlere Kohlenstoffvorrat in der Streu von 1991 bis 2005 wird durch Interpolation und ab 2007 durch Extrapolation berechnet und als Berechnungsgrundlage für Aufforstungsflächen herangezogen (siehe Tabelle 245).

Tabelle 245: Emissionsfaktoren für Streu der Landnutzungskategorien zu Neuwald

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
IEF [MgC ha ⁻¹]	0,4645	0,4633	0,4620	0,4608	0,4595	0,4583	0,4570	0,4558	0,4545	0,4533	0,4520
Jahr	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
IEF [MgC ha ⁻¹]	0,4508	0,4495	0,4483	0,4470	0,4458	0,4445	0,4433	0,4420	0,4408	0,4395	0,4383

Auf den aufgeforsteten Flächen bildet sich erst nach und nach eine Streuschicht. Deshalb wurde angenommen, dass sich erst nach 40 Jahren ein mittlerer Kohlenstoffvorrat in der Streu einstellt. Somit ergibt sich der jährlicher Kohlenstoffaufbau in der Streu durch den mittleren Kohlenstoffvorrat des jeweiligen Jahres geteilt durch die Anzahl Jahre bis sich dieser einstellt. Diese Werte werden von Standardwerten für die Kohlenstoffspeicherung in der Bodenaufgabe sowie von Standardwerten für die Zeiträume bis zur Erreichung eines neuen Gleichgewichtes nach der Good Practice Guidance des IPCC (2006) und PAUL et al. (2009) belegt.

7.2.4.3.3 Herleitung der Kohlenstoffvorräte der Streu

Die Beprobung der Streu erfolgte an den Inventurpunkten anhand von Mischproben an Satelliten mit Stechrahmen unterschiedlicher Größe. Als Streu wurde die gesamte tote organische Auflage mit einer Fraktion $< 20 \text{ mm}$ angesehen. Bei ca. 80 % der Punkte wurde auch die Fraktion $> 20 \text{ mm}$ als Streu beprobt. Die Messung der organischen Kohlenstoffkonzentration der Streu erfolgte durch eine vergleichbare Methodik. Dabei gilt, dass der Gesamtkohlenstoff (C_{ges}) gleich dem organischen Kohlenstoff (C_{org}) ist ($[C_{\text{ges}}] = [C_{\text{org}}]$). Der Kohlenstoffvorrat der Streu errechnete sich aus der Fläche des Stechrahmens sowie aus dem Gewicht und der organischen Kohlenstoffkonzentration der Streu. Die Beschreibung der verwendeten Methoden findet sich in KÖNIG et al. 2005.

In die Berechnung der Kohlenstoffvorräte der Streu gingen alle für die BZE I, BZE II und BioSoil vorliegenden Punkte mit Angaben zum Waldtyp ein. Alle Werte kleiner oder größer der doppelten Standardabweichung ($x \pm 2 \sigma$) wurden als Ausreißer aufgefasst und gelöscht. Aus den Werten der verbliebenen Datenpunkte für BZE I ($n = 1664$) und BZE II / BioSoil

(n = 1670) ließen sich die C-Vorräte getrennt für Laub-, Nadel- und Mischwald angeben (siehe Tabelle 246). Die mittleren C-Vorräte der beiden Inventuren wurden als gewichtetes Mittel aus den Kohlenstoffvorräten der drei Waldtypen berechnet. Die Gewichte wurden dabei aus den Flächenanteilen der Waldtypen an der Gesamtwaldfläche aus den Corine Landnutzungsdaten 1990 und 2006 und der regionalen Netzdichte ermittelt. Die mittleren C-Vorräte der Stichproben betrugen für die BZE I $18,58 \pm 0,30 \text{ Mg ha}^{-1}$ und für die BZE II/BioSoil $17,78 \pm 0,33 \text{ Mg ha}^{-1}$. Diese Werte ersetzen als länderspezifische Werte für die Streuauflage den empfohlenen Standardwert aus IPCC (2003) als Grundlage für die Berechnung von CO_2 -Emissionen aus der Streuauflage bei Entwaldung (siehe Kapitel 11.3.1.1.4) und Kohlenstoffsequestrierung in selbiger bei Aufforstungen (siehe Kapitel 7.2.4.3.2).

Tabelle 246: In den Inventuren BZE I und BZE II / BioSoil ermittelte Kohlenstoffvorräte in der Streu deutscher Wälder mit Angabe des Standardfehlers

Waldtyp	C-Vorräte (BZE I) [Mg/ha]	C-Vorräte (BZE II/BioSoil) [Mg/ha]
Laubwald	$9,38 \pm 0,40$	$7,06 \pm 0,29$
Mischwald	$16,11 \pm 0,65$	$14,89 \pm 0,90$
Nadelwald	$23,57 \pm 0,44$	$23,54 \pm 0,46$
Wald gesamt	$18,58 \pm 0,30$	$17,78 \pm 0,33$

7.2.4.3.4 Herleitung der Kohlenstoffvorratsänderung in der Streu in dem Zeitraum von 1990 (BZE I) bis 2006 (BZE II/BioSoil)

Die bei der Berechnung der Kohlenstoffvorräte eingehenden Punkte wurden als ungepaarte Stichproben aufgefasst. Es wurde mit einem zweiseitigen T-Test für ungepaarte Stichproben getestet, ob sich die logarithmierten Kohlenstoffvorräte zu beiden Inventurzeitpunkten unterschieden. Jedem Punkt wurde dabei ein Gewicht zugeordnet, das sich aus dem Flächenanteil des jeweiligen Stratum und der regionalen Netzdichte zusammensetzte. Die durchschnittliche Differenz betrug $-0,05 \pm 0,03 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Der Wert wich nicht signifikant von Null ab.

Für die Neuwaldflächen wurde aus den C-Vorräten der BZE-I/BZE-II und der durchschnittlichen Differenz jährlich abnehmende Faktoren für die Streuakkumulation berechnet (siehe Kapitel 7.2.4.3.2 sowie Tabelle 245).

7.2.4.4 Mineralische Böden

7.2.4.4.1 Verbleibende Waldfläche

Die Hochrechnung der C-Vorräte und -veränderungen in den mineralischen Böden basiert auf der bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE I und BZE II) und der BioSoil-Inventur (siehe Kapitel 7.2.2.2). Mit den vorhandenen Daten wurde eine Veränderungsrechnung für die mineralischen Böden für beide Inventuren durchgeführt. Das methodische Vorgehen wird ausführlich in den Kapiteln 7.2.4.4.3 und 7.2.4.4.4 beschrieben. Die Hochrechnung ergab über das gesamte Bundesgebiet gemittelt eine jährliche Zunahme des Kohlenstoffvorrates im Mineralboden von $0,27 \pm 0,09 \text{ MgC ha}^{-1}$. Es wurde angenommen, dass dieser Trend auch für den Zeitraum 2007 bis 2011 anhielt.

7.2.4.4.2 *Neuwaldflächen*

Für Neuwaldflächen wurden die Kohlenstoffänderungen in den mineralischen Böden entsprechend Kapitel 7.1.5 berechnet. Die berechneten mittleren Emissionsfaktoren (Implied Emission Factors) für das Jahr 2011 sind in Tabelle 236 im Kapitel 7.1.5 zusammengefasst und beziehen sich auf die jährliche Veränderung des Kohlenstoffvorrats der mineralischen Böden bei Landnutzungsänderung zu Neuwald bei einem Veränderungszeitraum von 20 Jahren.

7.2.4.4.3 *Herleitung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen*

Die Herleitung der Kohlenstoffvorräte und deren Veränderungen erfolgte auf Grundlage von Inventurdaten (siehe Kapitel 7.2.2.2). Die Beprobung des Mineralbodens in der für den nationalen Inventarbericht relevanten Tiefe erfolgte an den meisten BZE-Punkten in Tiefenstufen von 0-5 cm, 5-10 cm und 10-30 cm. In wenigen Fällen wurde horizontweise beprobt. Bei der BioSoil-Inventur erfolgte die Beprobung in Tiefenstufen von 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm und 20-40 cm.

Mit der Beprobung wurden die Trockenrohdichte des Feinbodens (TRD_{fb}), der Grobbodenanteil (GBA) und die Konzentration des organischen Kohlenstoffs (C_{org}) nach vergleichbarer Methodik erfasst (KÖNIG et al. 2005). Die Trockenrohdichte des Feinbodens wurde durch volumengerechte Beprobung tiefenstufenweise ermittelt, wobei teilweise am Bodenprofil ermittelte Schätzwerte genutzt wurden (WOLFF & RIEK 1996, WELLBROCK et al. 2006). Fehlende Angaben zur Trockenrohdichte wurden durch vorhandene Werte aus anderen Inventuren ersetzt. Dies galt ebenfalls für den zur Berechnung der TRD_{fb} und des Feinbodenvorrats notwendigem Grobbodenanteil.

In karbonathaltigen Böden erfolgte die Messung der organischen Kohlenstoffkonzentration (C_{org}) des Feinbodens unter Berücksichtigung des anorganischen Kohlenstoffgehalts (C_{anorg}) ($[C_{org}] = [C_{ges}] - [C_{anorg}]$). Bei nicht-karbonathaltigen Böden gilt $[C_{org}] = [C_{ges}]$.

Die Kohlenstoffvorräte wurden aus den Vorräten der einzelnen Tiefenstufen berechnet. Dazu mussten horizontweise erhobene Daten zunächst in Tiefenstufenabschnitte überführt werden, indem die Kohlenstoffvorräte einer Tiefenstufe gewichtet nach den Mächtigkeiten der sich überschneidenden Abschnitte und deren C-Vorräte berechnet wurden. Dies geschah ebenfalls für die abweichende Tiefenstufe 20-40 cm der BioSoil-Inventur.

Für die Berechnung der Kohlenstoffvorräte und deren Veränderungen zwischen beiden Inventurzeitpunkten wurde durch die Bildung von Straten ein flächenbezogener Ansatz gewählt. Grundlage zur Bildung von flächenrelevanten Straten waren die 72 Legendeneinheiten der Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:1.000.000 (BÜK 1000). Darin sind Leitbodentypen und Ausgangsgesteine der Bodenbildung nach deutscher Bodensystematik (AG BODEN 1994) und FAO Legende (FAO 1990) beschrieben. Da die einzelnen Klassen unterschiedlich stark mit Stichprobenpunkten besetzt waren, wurden die einzelnen Leitbodeneinheiten zu neuen Leitbodeneinheiten aggregiert, was die Grundgesamtheit je Klasse steigerte und die damit verbundene statistische Aussagekraft erhöhte. Die Klassenbildung orientierte sich sowohl nach vergleichbaren Bodentypen als auch nach Substrattyp bzw. Ausgangsgestein sowie nach Bodenart und Kalkgehalt. Insgesamt standen 16 neue Leitbodeneinheiten mit dem entsprechenden Ausgangsgestein für die flächenbezogene Auswertung zur Verfügung (siehe Tabelle 247). Die Zuordnung der Inventurpunkte zu den Leitbodeneinheiten erfolgte anhand der bei den Inventuren

aufgenommenen Daten zum Ausgangsgestein und einer eventuellen Schichtung, zum Bodentyp und den Horizontabfolgen sowie zur Bodenart.

Tabelle 247: Zusammengefasste Legendeneinheiten auf Grundlage der BÜK 1000

Abk.	Leitbodeneinheiten nach Substrattyp, Bodenart und Kalkgehalt
1	Nährstoffarme Böden aus trockenen, nährstoffarmen Sanden
2	Verschiedene Böden aus sandigen bis lehmigen Terrassen- oder Flussablagerungen
3	Verschiedene Böden aus teilweise kalkhaltigen, lehmig-tonigen Terrassen- oder Flussablagerungen
4	Pseudovergleyte Böden aus sandig bis lehmigen Deckschichten über Geschiebelehm
5	Verschiedene Böden aus sandigen Deckschichten über Geschiebelehm
6	Braunerden aus nährstoffreichen Sanden
7	Böden der Lössgebiete
8	Verschiedene Böden aus Hangschutt über Kalk-, Mergel- und Dolomitgesteinen über Terra fusca aus schluffig-tonigen Umlagerungsprodukten der Kalksteinverwitterung
9	Braunerde und Terra fusca aus Umlagerungsprodukten der Kalk-, Mergel- und Dolomitstein-Verwitterung sowie Rendzina aus Kalkstein
10	Pelosol-Braunerde / Pelosol-Pseudogley aus Verwitterungsprodukten von Mergel- und Tongesteinen und kalkhaltigen Schottern
11	Braunerde aus basischen und intermediären magmatischen Gesteinen
12	Braunerden aus sauren magmatischen und metamorphen Gesteinen
13	Braunerde / Podsole aus harten Ton- und Schluffschiefern mit Anteilen von Grauwacke, Sandstein, Schluffstein, Quarzit und Phyllit
14	Podsole / Braunerde aus basenarmen Quarziten, Sandsteinen und Konglomeraten
15	Verschiedene Böden in engräumigem Wechsel aus Grauwacken, Tonschiefer, Kalkstein, Sand-Schluff- und Tonsteinen sowie Lösslehm über verschiedenen Gesteinen
16	Hochgebirgsböden aus Kalk- und Dolomitgestein sowie aus Silikatgesteinen

Für die Auswertung lagen Kohlenstoffvorräte für 1.861 Punkte der BZE I und 1.822 Punkte der BZE II / BioSoil-Inventur vor. Mit Ausnahme von zwei Bundesländern, lagen die Daten hauptsächlich als gepaarte Stichprobe vor, d.h. einem BZE I-Punkt konnte genau ein BZE II-Punkt bzw. ein BioSoil-Punkt zugeordnet werden. Die Anzahl, der in die endgültige Berechnung der Kohlenstoffvorräte und ihrer Änderungen eingehenden Punkte, war allerdings niedriger, da organische Böden ausgeschlossen wurden, die Punkte keiner Leitbodeneinheit zugeordnet werden konnten oder die Werte der Vorräte aufgrund der Ausreisseranalyse als unplausibel verworfen wurden. Für die Auswertung wurde die Gesamtstichprobe, nach Bundesländern unterteilt, in eine gepaarte und eine ungepaarte Unter-Stichprobe unterteilt. Bei der gepaarten Unter-Stichprobe konnten die Ausreißer mittels Residuen-Analyse identifiziert werden. Dazu wurden die Kohlenstoffvorräte für jede Leitbodeneinheit zu den unterschiedlichen Inventurzeitpunkten in einer linearen Regression gegeneinander aufgetragen. Ein Beispiel findet sich in Abbildung 56 links. Student-Residuen halfen, Ausreißer zu eliminieren, die nicht mit dem Rest der Daten konsistent erschienen (siehe Abbildung 56 rechts). Außerdem wurde eine "hat matrix" erzeugt, um "leverage" Punkte zu identifizieren, die Ausreißer innerhalb der unabhängigen Variable darstellen (siehe Abbildung 56 rechts) (WEISBERG 2005).

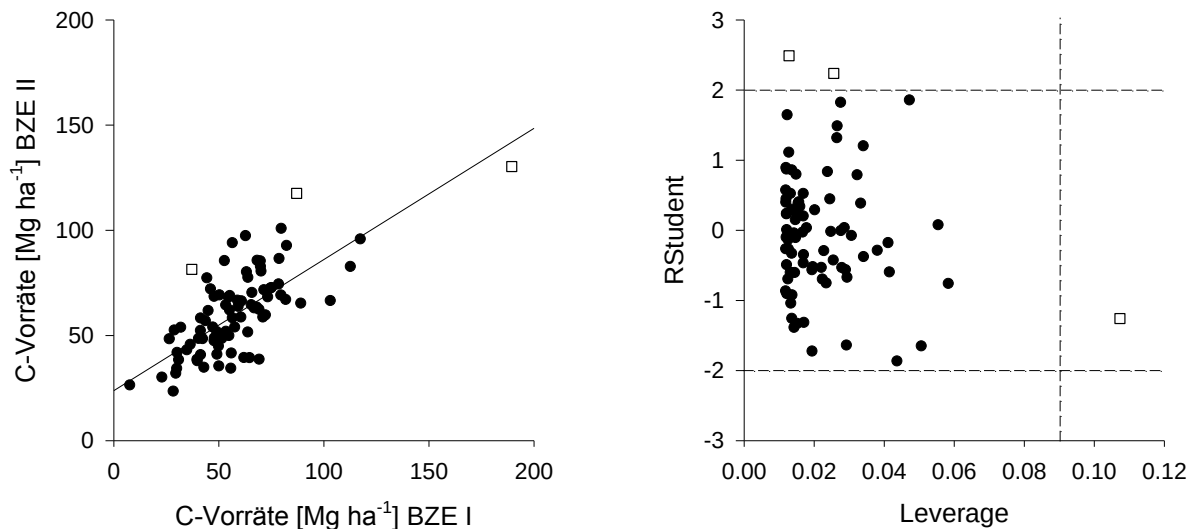


Abbildung 56: Regression zwischen C-Vorräten (0-30cm) der BZE II / BioSoil-Daten und der BZE I (links) sowie die identifizierten Ausreißer anhand der Residuen-Analyse durch Student-Residuen (rechts) und den "high leverage"-Punkten (rechts) am Beispiel der neu gebildeten Leitbodeneinheit

Da zwei Bundesländer das Raster zwischen BZE I und BZE II verschoben hatten, standen dort die Punkte, die einer Leitbodeneinheit zugeordnet werden konnten, als ungepaarte Stichprobe zur Verfügung. Hierfür erfolgt die Berechnung der Kohlenstoffvorräte durch Bildung gemittelter Werte je Leitbodeneinheit. Ausreißer sind für jede Klasse mittels doppelter Standardabweichung ($\bar{x} \pm 2\sigma$) detektiert und anschließend entfernt worden. Weiterhin wurden organische Böden ausgeschlossen. Danach wurden die mittleren Kohlenstoffvorräte je Leitbodeneinheit mit der Jahresdifferenz in Beziehung gesetzt. Nach Beseitigung der Ausreißeranalyse blieben 1.469 Punkte der BZE I und 1.491 Punkte der BZE II / BioSoil-Inventur übrig. Davon lagen 1.030 Punkte als gepaarte Stichprobe vor.

Um Kohlenstoffvorratsänderungen flächenbezogen berechnen zu können, wurden die Anteile der Waldflächen auf den neuen Leitbodeneinheiten an der Gesamtwaldfläche Deutschlands ermittelt. Dazu wurden die CORINE Landnutzungsdaten mit der BÜK 1000 mittels eines GIS verschnitten. Der mittleren Kohlenstoffänderung für jede Leitbodeneinheit konnte die entsprechende Waldfläche zugeordnet werden. Nun konnte die durchschnittliche jährliche Änderung des organischen Kohlenstoffs unter Berücksichtigung des Anteils der neuen Leitbodeneinheiten für Deutschland berechnet werden.

7.2.4.4.4 Ergebnisse der Herleitung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen

Die Kohlenstoffvorräte bis in eine Tiefe von 30 cm des Mineralbodens betrugen auf Grundlage des flächenbezogenen Ansatzes für Deutschland zum Inventurzeitpunkt der BZE I $56,5 \pm 1,8 \text{ Mg ha}^{-1}$ und zum Inventurzeitpunkt BZE II / BioSoil $61,1 \pm 1,7 \text{ Mg ha}^{-1}$, was eine jährliche Zunahme von $0,27 \pm 0,09 \text{ MgC ha}^{-1}$ bedeutet. Eine Varianzanalyse (Typ III - ANOVA) zeigte, dass die Unterschiede zwischen den beiden Inventuren signifikant waren ($p < 0.001$). Sowohl die Änderungsrate als auch die Gesamtvorräte liegen in einem Bereich, der für Mitteleuropa bereits von anderen Autoren abgeschätzt wurde. Die jährliche Kohlenstoffsequestrierung des durchwurzelten Bereichs wurde zwischen $0,1 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (NABUURS & SCHELHAAS 2002) und $0,9 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (SCHULZE et al. 2000) angegeben. Die meisten Literaturwerte basieren zumeist auf modellhaften Hochrechnungen und

berücksichtigen den gesamten durchwurzelter Bereich des Bodens (LISKI et al. 2002; DE VRIES et al. 2006). Im Vergleich zu diesen Studien standen deutlich mehr Messdaten in einem engeren Punkteraster zur Verfügung, so dass die Daten eine validere Stichprobe bildeten, die verlässlichere und flächendeckende Aussagen für Deutschland ermöglichte.

Die Abschätzung der Kohlenstoffvorräte getrennt nach Klassen ergab für fast alle Leitbodeneinheiten höhere Kohlenstoffvorräte zum Zeitpunkt von BZE II / BioSoil im Vergleich zur BZE I (siehe Tabelle 248). Die Kohlenstoffvorräte waren in Böden mit hohem Tongehalt höher als in Böden mit hohem Sandgehalt. Gründe hierfür werden z.B. bei SIX et al. (2002) und BARITZ et al. (2010) diskutiert. Die Auswertung der Zeitreihe zwischen BZE I und BZE II / BioSoil zeigt größere jährliche Änderungen des Kohlenstoffvorrats insbesondere bei den sandigen Leitbodeneinheiten des Norddeutschen Tieflands. So lag die jährliche Änderungsrate der Leitbodeneinheiten 1, 5 und 6 über $0,6 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. PRIETZEL et al. (2006) spricht hingegen von einer Kohlenstoffsequestrierung in den oberen 30 cm von $0,2 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ auf sandigen Standorten und von $0,4 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ auf lehmigen Standorten. Geringere positive Kohlenstoffänderungen zwischen $0,1$ und $0,6 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ fanden sich bei mehr als der Hälfte der gebildeten Klassen. Eine deutliche Abnahme der C-Vorräte zwischen beiden Inventurzeitpunkten zeigte die Klasse 9.

Tabelle 248: Kohlenstoffvorräte zum Zeitpunkt der BZE I und BZE II in den neugebildeten Leitbodeneinheiten

LBE	Kohlenstoffvorrat (BZE I) [MgC ha ⁻¹]			Kohlenstoffvorrat (BZE II) [MgC ha ⁻¹]		
	n	MW	SE	n	MW	SE
1	176	47,9	7,1	182	60,5	7,9
2	53	54,3	7,6	58	55,9	6,2
3	19	60,7	1,7	24	58,6	4,3
4	109	62,6	4,9	90	61,7	6,4
5	69	35,2	1,9	70	49,4	2,8
6	34	25,8	0,9	34	41,6	2,0
7	125	54,6	2,4	113	63,3	2,7
8	102	75,5	1,6	101	75,8	1,6
9	36	76,2	1,6	43	68,0	1,2
10	57	55,0	2,4	69	58,9	2,1
11	35	50,3	1,3	35	51,3	0,9
12	186	63,9	3,2	164	61,3	3,1
13	208	56,1	5,1	226	59,2	4,7
14	218	50,8	3,6	244	55,1	3,8
15	30	51,0	1,3	30	50,0	0,9
16	37	94,1	0,6	27	93,3	0,5

(LBE = Leitbodeneinheiten, n = Anzahl Bodenproben, MW = Mittelwert, SE = Standardfehler)

7.2.4.5 Organische Böden

7.2.4.5.1 Verbleibende Waldfläche

Die Ermittlung der Flächen der organischen Böden erfolgte georeferenziert durch Verschneidung der BÜK 1000 und der ATKIS®-Daten (siehe auch Kapitel 7.1.6). Zur Abschätzung der Kohlenstoffvorratsunterschiede organischer Böden wurden für CO₂ die IPCC (2003)-Werte aus Tabelle 3.2.3 und für N₂O aus Tabelle 3a.2.1 verwendet. Dabei wird

davon ausgegangen, dass alle organischen Standorte von Drainage betroffen sind⁷⁹ und diese ausschließlich für die Veränderungen verantwortlich ist. Für organische Waldböden wurden eine Kohlenstoffemission von $0,68 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ und eine Lachgasemission von $0,6 \text{ kg N}_2\text{O-N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ verwendet.

7.2.4.5.2 Neuwaldflächen

Für alle Neuwaldflächen wird wie bei den verbleibenden Waldflächen von einer Drainage ausgegangen (siehe Kapitel 7.1.6). Für organische Böden unter Neuwald wurden entsprechend eine Kohlenstoffemission von $0,68 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ und eine Lachgasemission von $0,6 \text{ kg N}_2\text{O-N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ verwendet. Diese jährlichen Emissionen werden für alle Jahre seit der Umwandlung berichtet.

7.2.4.6 Sonstige Treibhausgasemissionen aus Wäldern

Stickstoffdüngung von Wäldern findet in Deutschland nicht statt. In der CRF-Tabelle 5(I) wurde diese Aktivität daher als nicht vorkommend „NO“ (not occurring) bezeichnet.

7.2.4.6.1 Kalkung

Angaben zu CO_2 -Emissionen aus der Kalkung von Waldböden werden in der Kategorie 5.G. (Other) gemacht. Sie bewegen sich zwischen $162,37 \text{ Gg a}^{-1}$ (1992) und $52,35 \text{ Gg a}^{-1}$ (2008) mit abnehmender Tendenz (siehe Abbildung 57). Für das Jahr 2011 beträgt die CO_2 -Emission $64,32 \text{ Gg a}^{-1}$.

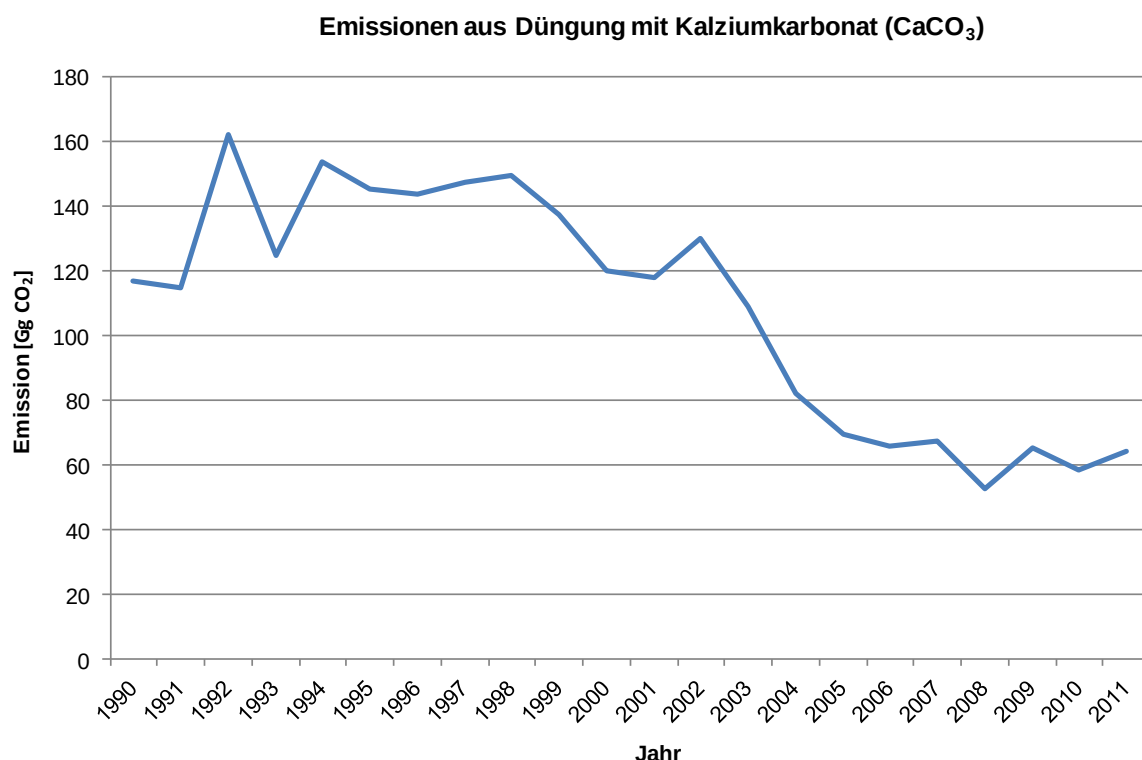


Abbildung 57: Emissionen aus der Kalkung von Wäldern

⁷⁹ Da keine Angaben zur Flächengröße organischer Böden, die nicht drainiert sind, vorliegen, wird konservativ der gesamte organische Boden als drainiert betrachtet.

Die Daten für die Kalkung wurden aus der Gesamtberechnung der Düngemittel abgeleitet und beschreiben die Auslieferungen von Produzenten und Importeuren an die Großhändler und Endnutzer (STATISTISCHES BUNDESAMT Fachserie 4, Reihe 8.2). Für die Berechnung wurde unterstellt, dass die Ausbringungsmenge dieser Abgabemenge entspricht. Die Herleitung der Emissionen erfolgte nach der Gleichung 3.3.6 aus der IPCC GPG-LULUCF (2003: S. 3.80). Weiterführende Informationen finden sich im Kapitel 7.3.4.5.

7.2.4.6.2 Waldbrand

Während in anderen Ländern Feuer in Form von „kontrollierten Bränden“ (prescribed burning) als Methode zur Flächenberäumung dienen oder Bestandteil der Bewirtschaftung von Ökosystemen sind, findet in Deutschland im bewirtschafteten Wald keine kontrollierte Verbrennung von Biomasse statt. Aufgrund der klimatischen Lage Deutschlands und der Maßnahmen zur Vorbeugung von Waldbränden sind Waldbrände ein eher seltenes Ereignis, was durch die in der Waldbrandstatistik (BLE, 2011) erfassten Waldbrandflächen bestätigt wird (siehe Abbildung 58). Für den Zeitraum 1990 – 2011 lag die mittlere Waldbrandfläche bei 854 ha. In manchen Jahren führten sehr hohe Temperaturen in den Sommermonaten zu höheren Waldbrandflächen, wie z. B. 1996 und 2003. Eine überdurchschnittlich hohe Waldbrandfläche von rund 4908 ha wurde im Jahr 1992 ermittelt, das durch einen extrem warmen Sommer geprägt war.

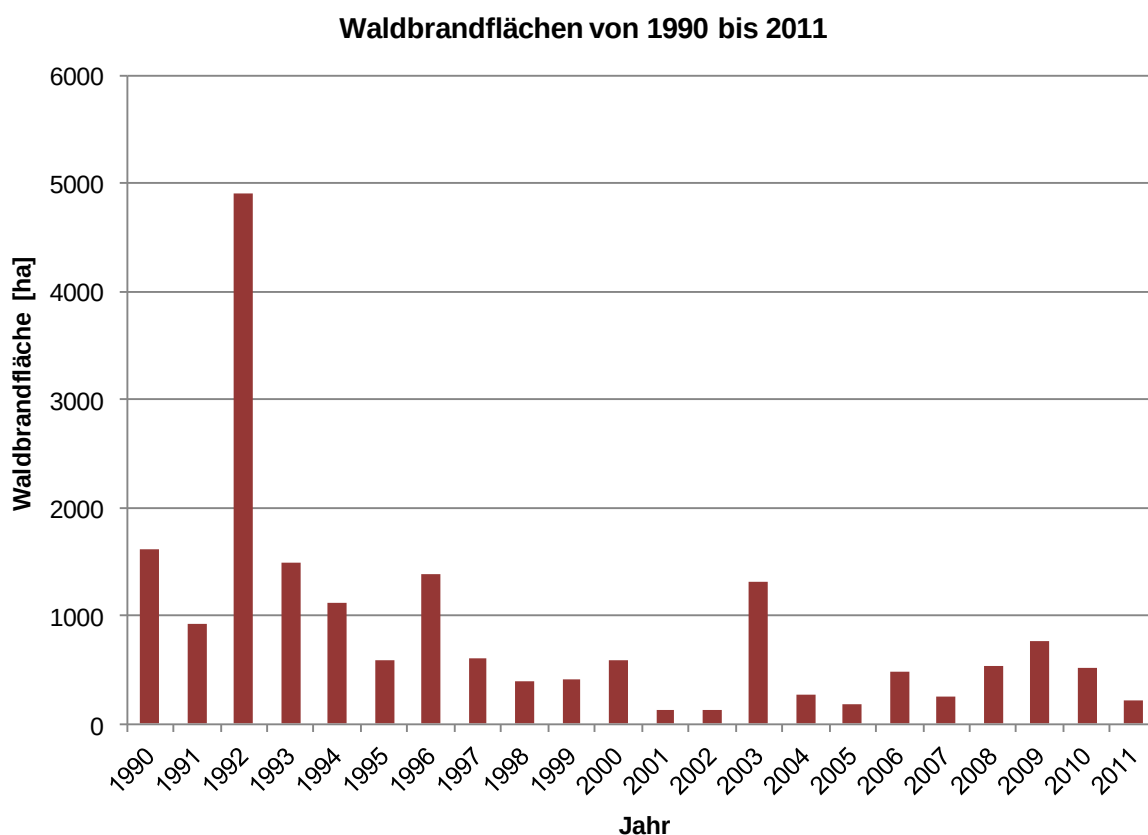


Abbildung 58: Waldbrandflächen zwischen 1990 und 2011 (nach BLE, 2011)

Bei Waldbränden („wildfires“) werden neben CO₂ auch sonstige Treibhausgase (CO, CH₄, N₂O und NO_x) freigesetzt. Die aus der Verbrennung von Biomasse resultierenden CO₂-Emissionen werden bereits bei der Änderung der Biomassevorräte (CRF Sector 5.A.1 Forest

land remaining forest land) mittels der „Stock-Change-Method“ berücksichtigt und deshalb als „IE“ (included elsewhere) angegeben. Die Emissionen sonstiger Treibhausgase wurden nach Gleichung 29 (IPCC 2003, Gleichung 3.2.20) berechnet.

Gleichung 29

$$L_{fire} = A * B * C * D * 10^{-6}$$

mit:

L_{fire} =	Menge des durch Feuer freigesetzten Treibhausgases [t]
A =	Waldbrandfläche [ha]
B =	Masse des vorhandenen Brennmaterials (Biomasse) [kgTM ha ⁻¹]
C =	Verbrennungseffizienz
D =	Emissionsfaktor [g(kgTM) ⁻¹]

Die Waldbrandflächen für die Jahre 1990 bis 2011 wurden aus der bei der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung geführten Waldbrandstatistik (BLE 2011) entnommen. Die durchschnittliche oberirdische Biomasse wurde für jedes Jahr durch lineare Extra- und Interpolation zwischen 1990 und 2011 mit den Daten der BWI 2 und Inventurstudie 2008 hergeleitet. Basierend auf der Expertenschätzung von KÖNIG (2007) sind 80 % der Waldbrände in Deutschland Bodenfeuer und 20 % Vollfeuer. Nach Tabelle 3A.1.12 (IPCC 2003) wurde eine Verbrennungseffizienz (Massenverlust durch direkte Verbrennung) von 0,15 für Bodenfeuer und 0,45 für Vollfeuer angewendet. Die Emissionsfaktoren für CH₄ und N₂O wurden aus Tabelle 3A.1.16 (IPCC 2003) entnommen.

Die Waldbrandflächen in Deutschland und damit auch die dabei entstehenden CH₄- und N₂O- Gasmengen sind gering. Mit Ausnahme des Jahres 1992 liegen die CH₄-Emissionen zwischen 34 Mg und 433 Mg und die N₂O-Emissionen zwischen 0,5 Mg und 6,7 Mg. Überschritten wurden diese Emissionen im Jahr 1992 (CH₄: 1,33 Gg, N₂O: 20,7 Mg), infolge der überdurchschnittlich großen Waldbrandfläche durch den extrem warmen Sommer. Die vollständige Zeitreihe für die aus Waldbränden resultierenden Treibhausgase ist in Tabelle 249 zu finden.

Tabelle 249: Durch Waldbrände emittierte Treibhausgase im Zeitraum 1990-2011

Jahr	Oberirdische Biomasse [Mg ha ⁻¹]	Waldbrandfläche [ha]	Emittierte Gase [Mg]	
			CH ₄	N ₂ O
1990	180,7	1.606	433	6,7
1991	181,4	920	249	3,9
1992	182,1	4.908	1.333	20,7
1993	182,9	1.493	407	6,3
1994	183,6	1.114	305	4,7
1995	184,4	592	163	2,5
1996	185,1	1.381	381	5,9
1997	185,9	599	166	2,6
1998	186,6	397	110	1,7
1999	187,4	415	116	1,8
2000	188,1	581	163	2,5
2001	188,8	122	34	0,5
2002	189,6	122	34	0,5
2003	190,3	1.315	373	5,8
2004	191,1	274	78	1,2
2005	191,8	183	52	0,8
2006	192,6	482	138	2,1
2007	193,3	256	74	1,1
2008	194,1	539	156	2,4
2009	194,8	757	220	3,4
2010	195,6	522	152	2,4
2011	196,3	214	63	1,0

7.2.4.6.3 Drainage

Über die Drainage von mineralischen Böden gibt es keine Flächenangaben. Es kann davon ausgegangen werden, dass Drainage auf mineralischen Böden nicht stattfindet. Deshalb wird für die N₂O-Emission von mineralischen Böden „nicht vorkommend - NO“ (not occurring) angegeben.

Angaben über die Drainage von organischen Böden sowohl für CO₂ wie für N₂O finden sich im Kapitel 7.2.4.5.

7.2.4.6.4 Landnutzungsänderung von Wald zu Ackerland

Die Ermittlung der N₂O-Emission bei Landnutzungsänderung zu Ackerland in mineralischen Böden wird im Kapitel 7.3.4.3 beschrieben. Für die Landnutzungsänderung von Wald in Ackerland beträgt die N₂O-N-Emissionen für den Zeitraum 1990 bis 2011 in Tabelle 250 zusammengefasst. .

Tabelle 250: N₂O-N-Emissionen bei der Landnutzungsänderung von Wald zu Ackerland im Zeitraum 1990-2011

Jahr	1990-2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
N ₂ O-N-Emissionen [g ha ⁻¹ a ⁻¹]	0,000	0,049	0,157	0,333	0,415	0,524	0,667	0,936	1,287	1,743

Für die organischen Böden wird die N₂O-Emission im Sektor Landwirtschaft unter 4.D berichtet. In den CRF-Tabellen wird IE (included elsewhere) eingetragen (siehe auch Kapitel 7.3.4.4).

7.2.5 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5.A)

Bei der Berechnung der Kohlenstoffvorräte müssen verschiedene Unsicherheiten berücksichtigt werden. Zur Abschätzung der Unsicherheiten werden pragmatische Ansätze herangezogen, die lediglich eine Annäherung an die tatsächlichen Unsicherheiten ermöglichen.

Mit dem zur Verfügung stehenden Datenmaterial konnten folgende Unsicherheiten quantifiziert werden:

- Unsicherheiten bei der Schätzung von Landnutzungsänderungsflächen
- Unsicherheiten bei der Schätzung der ober- und unterirdischen Biomasse
- Unsicherheiten bei der Schätzung der Streu und der mineralischen Böden

Die in den folgenden Kapiteln vorgestellten Unsicherheiten fließen in ein Gesamtfehlerbudget für den LULUCF-Sektor ein, welches im Kapitel 19.5.4 zu finden ist.

Hinsichtlich der Unsicherheiten des Kohlenstoff-Konversionsfaktors wird an dieser Stelle auf Kapitel 7.2.4.1.6 verwiesen. Eine ausführliche statistische Untersuchung zu den Messfehlern bei der Inventurstudie 2008 ergab, dass diese Fehler vernachlässigt werden können (DUNGER et al. 2010c).

Fehlerschätzungen (U) für Zielgrößen ($1, \dots, i, \dots, I$) pflanzen sich bei deren Aggregation auf zwei unterschiedliche Arten fort. Werden zwei Zielgrößen addiert oder subtrahiert, erfolgt die Fehlerweitergabe additiv (siehe Gleichung 30):

Gleichung 30

$$U = \frac{\sqrt{\sum_i (U_i x_i)^2}}{\sum_i x_i}$$

mit:

U	= Gesamtunsicherheit
U_i	= Unsicherheit für Zielgröße
x_i	= Quantität der Zielgröße

Werden dagegen zwei Zielgrößen multipliziert bzw. dividiert, pflanzen sich die Fehler beider Größen multiplikativ fort (siehe Gleichung 31)

Gleichung 31

$$U = \sqrt{\sum_i (U_i)^2}$$

7.2.5.1 Unsicherheiten bei der Schätzung von Landnutzungsänderungsflächen

Auf Grund der neuen, stichprobenartigen Landnutzungsänderungserfassung konnten erstmals die Stichprobenfehler für jede LULUCF- und KP-Kategorie pro Jahr berechnet werden (siehe Tabelle 251). Der Stichprobenfehler wird nach den Formeln im Kapitel 7.2.5.2.4 „Stichprobenfehler“ berechnet. Alle Anderen Fehlerquellen lassen sich nach Abschluss der Validierung ausschließen (siehe auch Kapitel 7.1.3.3). Alle Flächen sind signifikant erfasst.

Tabelle 251: Stichprobenfehler (SE) der Flächenschätzung in % für die LULUCF-Klassen zwischen 1990 und 2011

LULUCF Kategorie / Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Verbleibender Wald	0,67	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
Wald-Umwandlung zu Acker	7,02	7,02	7,02	7,02	7,02	7,02	7,02	7,02	7,02	7,02	7,02	6,97	6,92	6,89	6,87
Wald-Umwandlung zu Grünland	5,89	5,89	5,89	5,89	5,89	5,89	5,89	5,89	5,89	5,89	5,89	5,75	5,64	5,56	5,49
Wald-Umwandlung zu Feuchtgebieten	21,46	21,46	21,46	21,46	21,46	21,46	21,46	21,46	21,46	21,46	21,46	20,54	20,18	20,26	20,65
Wald-Umwandlung zu Siedlungen	11,57	11,57	11,57	11,57	11,57	11,57	11,57	11,57	11,57	11,57	11,57	11,16	10,84	10,60	10,43
Wald-Umwandlung zu Sonstigen Flächen	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Acker-Umwandlung zu Wald	4,97	4,97	4,97	4,97	4,97	4,97	4,97	4,97	4,97	4,97	4,97	4,74	4,56	4,42	4,33
Grünland-Umwandlung zu Wald	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,18	4,11	4,06	4,03
Feuchtgebiets-Umwandlung zu Wald	28,23	28,23	28,23	28,23	28,23	28,23	28,23	28,23	28,23	28,23	28,23	28,00	27,81	27,64	27,50
Siedlungs-Umwandlung zu Wald	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,38	10,05	9,78	9,57
Sonstige Flächen-Umwandlung zu Wald	44,93	44,93	44,93	44,93	44,93	44,93	44,93	44,93	44,93	44,93	44,93	36,68	32,26	29,88	28,63
LULUCF Kategorie / Jahr	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011								
Verbleibender Wald	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68								
Wald-Umwandlung zu Acker	6,86	6,85	6,84	6,83	6,81	6,79	6,78								
Wald-Umwandlung zu Grünland	5,44	5,33	5,26	5,21	5,17	5,15	5,11								
Wald-Umwandlung zu Feuchtgebieten	21,26	20,25	19,63	19,32	19,32	19,32	19,58								
Wald-Umwandlung zu Siedlungen	10,32	10,05	9,85	9,71	9,52	9,40	9,29								
Wald-Umwandlung zu Sonstigen Flächen	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd								
Acker-Umwandlung zu Wald	4,26	4,19	4,14	4,11	4,10	4,09	4,06								
Grünland-Umwandlung zu Wald	4,00	3,94	3,91	3,91	3,89	3,88	3,87								
Feuchtgebiets-Umwandlung zu Wald	27,38	25,88	25,57	26,07	26,07	26,07	26,31								
Siedlungs-Umwandlung zu Wald	9,41	9,30	9,21	9,14	9,09	9,05	8,94								
Sonstige Flächen-Umwandlung zu Wald	28,02	27,77	27,55	27,37	27,37	27,37	27,19								

(nd = nicht definiert⁸⁰)

7.2.5.2 Unsicherheiten bei der Schätzung der ober- und unterirdischen Biomasse

7.2.5.2.1 Konvertierung von Derbholzvolumen in Baumholzvolumen

Die natürliche Variabilität der oberirdischen Allometrie von Bäumen wurde nicht erfasst. Dieser Fehler kann nicht berechnet werden, da die Originalwerte von GRUNDNER & SCHWAPPACH (1952) nicht vorliegen. Die von ihnen verwendeten Bäume wuchsen zwischen 1750 und 1900, so dass Unterschiede in der Allometrie, die durch veränderte Umweltbedingungen und Bewirtschaftungsweisen entstanden sind, nicht erfasst werden können. Die Tabellen enthalten lediglich die schon geglätteten Werte, wodurch die tatsächliche Varianz systematisch unterschätzt wird. Daher wird mit dieser Fehlerbetrachtung

⁸⁰ Es gibt keine Flächen in der Landnutzungskategorie *Other Land*

nur der Fehler der Umrechnung von Derbholzvolumen in Baumholzvolumen kalkuliert. Die Standardabweichung der Residuen der Modelle wird in Tabelle 252 wiedergegeben.

Tabelle 252: Relativer Standardfehler der der Volumenexpansionsmodelle

Modell	Mittelwert (Baumholz) [m³]	Standardabweichung (Residuen) [m³]	Relativer Standardfehler [%]
Eiche	4,69	0,19	4,10
Birke	0,69	0,01	1,09
Erle	0,69	0,01	0,91
Buche Alter bis 60	0,36	0,02	5,47
Buche Alter 61 bis 100	1,25	0,05	4,06
Buche Alter ab 101	2,67	0,07	2,57
Fichte Alter bis 60	0,45	0,05	11,28
Fichte Alter ab 61	3,60	0,16	4,55
Kiefer Alter bis 80	0,60	0,02	3,08
Kiefer Alter ab 81	2,11	0,07	3,27
Tanne Alter bis 80	0,89	0,06	6,22
Tanne Alter 81 bis 121	3,53	0,26	7,50
Tanne Alter ab 121	6,98	0,62	8,94
Lärche	3,21	0,07	2,22

Die Tabelle 253 bildet die bei der Volumenexpansion entstehenden Unsicherheiten ab. Aufgeführt sind hier nur Unsicherheiten, in denen die C-Vorräte direkt geschätzt werden konnten.

Tabelle 253: Bei der Volumenexpansion entstehende Unsicherheiten

LULUCF-Kategorie	Alte Bundesländer			Neue Bundesländer			Deutschland	
	Fehler 1987 [%]	Fehler 2002 [%]	Fehler 2008 [%]	Fehler 1993 [%]	Fehler 2002 [%]	Fehler 2008 [%]	Fehler 2002 [%]	Fehler 2008 [%]
Verbleibende Waldfläche	2,99	2,84	2,18	2,90	1,70	1,70	1,76	1,71
Wald-Umwandlung zu Acker	2,12	–	–	–	–	–	–	–
Wald-Umwandlung zu Grünland	2,81	–	–	–	–	–	–	–
Wald-Umwandlung zu Siedlungen	2,14	–	–	–	–	–	–	–
Wald-Umwandlung zu Feuchtgebieten	3,08	–	–	–	–	–	–	–
Wald-Umwandlung zu Sonstigen Flächen	–	–	–	–	–	–	–	–
Acker-Umwandlung zu Wald	–	2,11	–	–	–	–	–	–
Grünland- Umwandlung zu Wald	–	2,07	–	–	–	–	–	–
Siedlungs- Umwandlung zu Wald	–	2,00	–	–	–	–	–	–
Feuchtgebiets- Umwandlung zu Wald	–	1,04	–	–	–	–	–	–
Sonstige Flächen Umwandlung zu Wald	–	–	–	–	–	–	–	–

7.2.5.2.2 Baumartengruppenspezifische Raumdichten

Die Raumdichten der Hölzer schwanken zwischen den Baumarten und in einem Baum selbst. KOLLMANN (1982) gibt die Schwankungsbreiten der Rohdichten an. Mithilfe dieses Schwankungsbereiches lässt sich nach SACHS (1984) die Standardabweichung schätzen. Für links- und rechtsschiefe Verteilungen (annähernd Dreiecksverteilung) der Raumdichten, wie sie bei den Hölzern gefunden werden können (BOSSHARD 1984; KOLLMANN 1982), wird dazu die Spanne durch 4,2 geteilt. Der Fehler der Umrechnung von Rohdichte in Raumdichte konnte nicht berücksichtigt werden, da keine entsprechenden Angaben hierzu vorhanden sind. In diesem Fall ist man davon ausgegangen, dass sich dieser Fehler nicht auf die Spanne der Raumdichten auswirken würde.

Tabelle 254: Relativer Standardfehler der Raumdichtenschätzungen

Baumart	Mittlere Rohdichte	Minimale Rohdichte	Maximale Rohdichte	Standardfehler geschätzt	se [%]
Buche	0,68	0,49	0,88	0,09	13,66
Douglasie	0,47	0,32	0,73	0,10	20,77
Eiche	0,65	0,39	0,93	0,13	19,78
Lärche	0,55	0,40	0,82	0,10	18,18
Esche⁸¹	0,65	0,41	0,82	0,10	15,02
Fichte	0,43	0,30	0,64	0,08	18,83
Kiefer	0,49	0,30	0,86	0,13	27,21
Pappel⁸²	0,41	0,37	0,52	0,04	8,71
Tanne	0,41	0,32	0,71	0,09	22,65

Für die mengenmäßig relativ unbedeutenden Nebenbaumarten Laubhölzer hoher (4,4 % am Gesamtterbholzvolumen) und niedriger Lebenserwartung (5,2 %) wurden die Eschen bzw. Pappelwerte genutzt. Die Tabelle 255 bildet die bei der Volumenexpansion entstehenden Unsicherheiten ab. Aufgeführt sind hier nur Unsicherheiten, in denen die C-Vorräte direkt geschätzt werden konnten.

⁸¹ inkl. sonstiges Laubholz mit hoher Lebenserwartung

⁸² inkl. sonstiges Laubholz mit niedriger Lebenserwartung

Tabelle 255: Bei der Anwendung von Raumdichten entstehende Unsicherheiten

LULUCF-Klassen	Alte Bundesländer			Neue Bundesländer			Deutschland	
	Fehler 1987 [%]	Fehler 2002 [%]	Fehler 2008 [%]	Fehler 1993 [%]	Fehler 2002 [%]	Fehler 2008 [%]	Fehler 2002 [%]	Fehler 2008 [%]
Verbleibende Waldfläche	9,19	8,63	8,16	13,87	12,31	12,41	7,14	6,86
Wald-Umwandlung zu Acker	13,70	–	–	–	–	–	–	–
Wald-Umwandlung zu Grünland	8,65	–	–	–	–	–	–	–
Wald-Umwandlung zu Siedlungen	7,92	–	–	–	–	–	–	–
Wald-Umwandlung zu Feuchtgebieten	24,49	–	–	–	–	–	–	–
Wald-Umwandlung zu Sonstigen Flächen	–	–	–	–	–	–	–	–
Acker-Umwandlung zu Wald	–	8,05	–	–	–	–	–	–
Grünland- Umwandlung zu Wald	–	7,76	–	–	–	–	–	–
Siedlungs- Umwandlung zu Wald	–	6,83	–	–	–	–	–	–
Feuchtgebiets- Umwandlung zu Wald	–	6,65	–	–	–	–	–	–
Sonstige Flächen Umwandlung zu Wald	–	–	–	–	–	–	–	–

7.2.5.2.3 Ableitung der unterirdischen Biomasse

Die Standardfehler der Wurzelbiomasseberechnung können nur aus den Tabellen nach IPCC GPG-LULUCF (2003) entnommen werden (siehe Tabelle 244). Auch hier wird eine mengengewichtete Hochrechnung der Fehler vorgenommen. Um die Fehlerfortpflanzung nach Summen (IPCC, 2000: Gleichung 6.3) durchzuführen, wurden die Summen der oberirdischen Massenberechnungen für jede Stratifizierung in der Tabelle errechnet. Danach können die Gesamtfehler für Nadelbäume (Conifers), Eichen (Oak) und andere Laubbäume (Broadleaves) hergeleitet werden. Im Ergebnis stehen in Tabelle 256 die Werte für den Zustand, in denen die C-Vorräte direkt geschätzt werden konnten.

Tabelle 256: Bei der Anwendung von Wurzel/Sproß-Verhältnissen entstehende Unsicherheiten

LULUCF-Klassen	Alte Bundesländer			Neue Bundesländer			Deutschland	
	Fehler 1987 [%]	Fehler 2002 [%]	Fehler 2008 [%]	Fehler 1993 [%]	Fehler 2002 [%]	Fehler 2008 [%]	Fehler 2002 [%]	Fehler 2008 [%]
Verbleibende Waldfläche	25,37	23,86	23,10	–	26,24	26,13	19,15	18,48
Wald-Umwandlung zu Acker	32,36	–	–	–	–	–	–	–
Wald-Umwandlung zu Grünland	24,19	–	–	–	–	–	–	–
Wald-Umwandlung zu Siedlungen	22,43	–	–	–	–	–	–	–
Wald-Umwandlung zu Feuchtgebieten	32,34	–	–	–	–	–	–	–
Wald-Umwandlung zu Sonstigen Flächen	–	–	–	–	–	–	–	–
Acker-Umwandlung zu Wald	–	29,27	–	–	–	–	–	–
Grünland- Umwandlung zu Wald	–	26,61	–	–	–	–	–	–
Siedlungs- Umwandlung zu Wald	–	25,24	–	–	–	–	–	–
Feuchtgebiets- Umwandlung zu Wald	–	17,95	–	–	–	–	–	–
Sonstige Flächen Umwandlung zu Wald	–	–	–	–	–	–	–	–

Die IPCC-Wurzelbiomasseberechnung hat den Vorteil, dass sie den Standardfehler der Schätzung mit angibt, im Gegensatz zu anderen Methoden, wie z. B. bei den Untersuchungen von DIETER & ELSASSER (2002). Die in die CRF-Tabellen aufgenommenen Werte wurden nach IPCC (2003) hergeleitet.

7.2.5.2.4 Stichprobenfehler

Die Bundeswaldinventur ist eine Stichprobeninventur. Daher wird nicht die Grundgesamtheit aufgenommen, sondern nur ein per Zufall ausgewählter Umfang an Stichproben. Die Stichprobenelemente selbst, aber auch die auf Basis der gezogenen Stichprobenelemente geschätzten Mittelwerte und Totalwerte unterliegen einer Varianz. Letztere bietet die Möglichkeit, die Genauigkeit der geschätzten Zielgrößen zu beurteilen. Die Varianz des Mittelwertes im Stratum l wird geschätzt nach:

Gleichung 32

$$v\left(\hat{\bar{Y}}_l\right) = \frac{1}{c_l(c_l - 1)} \sum_{c_l=1}^{C_l} \left(\frac{M_{l,c}}{E\langle M_{l,c} \rangle}\right)^2 (Y_{l,c} - \hat{\bar{Y}}_l)^2$$

mit:

v	= Varianz
Y	= Zielgröße
c	= Anzahl der Trakte
E	= Erwartungswert
M	= Anzahl Traktecken pro Trakt

Die Varianz des Gesamtmittelwertes über alle Straten hinweg ist definiert durch:

Gleichung 33

$$v\left\langle \hat{Y}_{st} \right\rangle = \sum_{l=1}^L \left(\frac{\lambda(U_l)}{\lambda(U)} \right)^2 v\left\langle \hat{Y}_l \right\rangle \approx \sum_{l=1}^L \left(\frac{n_l}{n} \right)^2 v\left\langle \hat{Y}_l \right\rangle$$

mit

$$n = \sum_{l=1}^L n_l = \sum_{l=1}^L c_l E\left\langle M_{l,c} \right\rangle = \sum_{c_l=1}^{C_l} M_{l,c}$$

Die geschätzte Varianz der Veränderung $v\left\langle \hat{G}_l \right\rangle$ zwischen zwei Inventuren, deren Stichprobenelemente wiederholt aufgenommen wurden, berechnet sich nach:

Gleichung 34

$$v\left\langle \hat{G}_l \right\rangle = v\left\langle \hat{Y}_l^{(2)} \right\rangle + v\left\langle \hat{Y}_l^{(1)} \right\rangle - 2r_{y^2 y^1} \sqrt{v\left\langle \hat{Y}_l^{(2)} \right\rangle} \sqrt{v\left\langle \hat{Y}_l^{(1)} \right\rangle}$$

Mit $r_{y^2 y^1} = \frac{s_{y^2 y^1}}{s_{y^2} s_{y^1}}$ als Korrelationskoeffizient und:

Gleichung 35

$$s_{y^2 y^1} = \frac{1}{c_l(c_l - 1)} \sum_{c_l=1}^{C_l} \left(\frac{M_{lc}}{E\left\langle M_{l,c} \right\rangle} \right)^2 (Y_{lc}^{(2)} - \hat{Y}_l^{(2)})(Y_{lc}^{(1)} - \hat{Y}_l^{(1)})$$

Die Varianzschätzung des flächenbezogenen Mittelwertes (Ratio-Schätzer) $v\left\langle \hat{R}_{st} \right\rangle$ aus $\hat{Y}_{st} / \hat{X}_{st}$ erfolgt nach:

Gleichung 36

$$v\left\langle \hat{R}_{st} \right\rangle = \frac{1}{(\hat{X}_{st})^2} \sum_{l=1}^L w_l^2 \frac{\sum_{c_l=1}^{C_l} \left(\frac{M_{lc}}{E\left\langle M_{l,c} \right\rangle} \right)^2 (y_{lc} - \hat{R}_{st} x_{lc})^2}{c_l(c_l - 1)}$$

mit:

w_l = Stratengewicht des Stratum l
 X_{st} = Zielgröße

Die Varianz der Veränderung eines Ratioschätzers ($v\left\langle \hat{G}_{Rst} \right\rangle$) ist definiert durch:

Gleichung 37

$$v\left\langle \hat{G}_{Rst} \right\rangle = v\left\langle \hat{R}_{st}^{(2)} \right\rangle + v\left\langle \hat{R}_{st}^{(1)} \right\rangle - 2\text{cov}\left\langle \hat{R}_{st}^{(2)}, \hat{R}_{st}^{(1)} \right\rangle$$

mit:

$$\text{cov}\left(\hat{R}_{st}^{(2)}, \hat{R}_{st}^{(1)}\right) = \frac{1}{\hat{X}_{st}^{(2)} \hat{X}_{st}^{(1)}} \sum_{l=1}^L \left(\frac{\lambda(U_l)}{\lambda(U)} \right)^2 \frac{1}{n_{2,l}(n_{2,l}-1)}$$

$$\sum_{x \in F_1 \cap S_2} \left(\frac{M(x)}{E(M(x))} \right)^2 \left(d_c^{(2)}(x) - \hat{d}_l^{(2)} \right) \left(d_c^{(1)}(x) - \hat{d}_l^{(1)} \right)$$

wobei

$$d_c^{(2)}(x) = (Y_c^{(2)}(x) - \hat{R}_{st}^{(2)} X_c^{(2)}(x))$$

und

$$\hat{d}_l^{(2)} = \frac{1}{n_{2,l}} \sum_{x \in F_1 \cap S_2} (Y_c^{(2)}(x) - \hat{R}_{st}^{(2)} X_c^{(2)}(x))$$

sowie $d_c^{(1)}(x)$ und $\hat{d}_l^{(1)}$ entsprechend.

Auf Basis der Bundeswaldinventur lässt sich für jede LULUCF-Kategorie, in der Biomasse-Schätzungen vorliegen, auch deren Genauigkeit anhand der hier präsentierten Schätzprozeduren berechnen.

Da die Berechnung der C-Vorräte für die neuen Bundesländer nur aufgrund der Methode nach BURSCHEL et al. 1993 vorgenommen werden konnte, unter Berücksichtigung der Daten der Veröffentlichung: „Der Wald in den neuen Bundesländern“ (BMELF, 1994), kann das Vorgehen für die alten Bundesländer hier nur teilweise übernommen werden. Auf Seite 9 der Veröffentlichung heißt es zu den Vorratsfehlern: „Der Vorrat der Teilfläche wurde im Rahmen des Forsteinrichtungsverfahrens mit einem mittleren Standardfehler von $\pm 12,5 \%$ ermittelt.“ Nimmt man an, dass sich dieser Fehler systematisch auch auf die Hochrechnung durchgeschlagen hat, kann man von $\pm 12,5 \%$ für die Baumartengruppen ausgehen.

Tabelle 257: Stichprobenfehler für die oberirdische Biomasse

LULUCF-Kategorie	Alte Bundesländer			Neue Bundesländer			Deutschland	
	Fehler 1987 [%]	Fehler 2002 [%]	Fehler 2008 [%]	Fehler 1993 [%]	Fehler 2002 [%]	Fehler 2008 [%]	Fehler 2002 [%]	Fehler 2008 [%]
Verbleibende Waldfläche	1,07	1,04	2,34	12,50	3,91	3,84	2,01	2,00
Wald-Umwandlung zu Acker	55,12	–	–	–	–	–	–	–
Wald-Umwandlung zu Grünland	45,42	–	–	–	–	–	–	–
Wald-Umwandlung zu Siedlungen	18,73	–	–	–	–	–	–	–
Wald-Umwandlung zu Feuchtgebieten	69,85	–	–	–	–	–	–	–
Wald-Umwandlung zu Sonstigen Flächen	–	–	–	–	–	–	–	–
Acker-Umwandlung zu Wald	–	26,46	–	–	–	–	–	–
Grünland-Umwandlung zu Wald	–	15,37	–	–	–	–	–	–
Siedlungs-Umwandlung zu Wald	–	20,90	–	–	–	–	–	–
Feuchtgebiets-Umwandlung zu Wald	–	28,42	–	–	–	–	–	–
Sonstige Flächen Umwandlung zu Wald	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 258: Stichprobenfehler für die unterirdische Biomasse

LULUCF-Kategorie	Alte Bundesländer			Neue Bundesländer			Deutschland	
	Fehler 1987 [%]	Fehler 2002 [%]	Fehler 2008 [%]	Fehler 1993 [%]	Fehler 2002 [%]	Fehler 2008 [%]	Fehler 2002 [%]	Fehler 2008 [%]
Verbleibender Wald	1,05	1,03	2,18	12,50	3,84	3,80	1,98	1,97
Wald-Umwandlung zu Acker	55,59	–	–	–	–	–	–	–
Wald-Umwandlung zu Grünland	43,11	–	–	–	–	–	–	–
Wald-Umwandlung zu Siedlungen	18,49	–	–	–	–	–	–	–
Wald-Umwandlung zu Feuchtgebieten	64,93	–	–	–	–	–	–	–
Wald-Umwandlung zu Sonstigen Flächen	–	–	–	–	–	–	–	–
Acker-Umwandlung zu Wald	–	25,41	–	–	–	–	–	–
Grünland-Umwandlung zu Wald	–	14,80	–	–	–	–	–	–
Siedlungs-Umwandlung zu Wald	–	20,93	–	–	–	–	–	–
Feuchtgebiets-Umwandlung zu Wald	–	28,31	–	–	–	–	–	–
Sonstige Flächen Umwandlung zu Wald	–	–	–	–	–	–	–	–

7.2.5.3 Unsicherheiten bei der Schätzung der Streu und der mineralischen Böden

7.2.5.3.1 Probenahmefehler

Ein Problem der Beprobung von Böden ist die korrekte Trennung der Streu vom Mineralboden, da der Übergang zwischen beiden Kompartimenten nicht immer eindeutig identifizierbar ist. Dies ist umso problematischer, als dass die Kohlenstoffkonzentration der Streu sich deutlich gegenüber dem darunter liegenden Mineralboden unterscheidet. Eine unsaubere oder unsachgemäße Abtrennung der Streu vom Mineralboden kann daher große Auswirkungen auf die Kohlenstoffvorräte des jeweiligen Horizontes bzw. Tiefenstufe haben.

7.2.5.3.2 Kleinräumige Variabilität

Die Beprobung von Kohlenstoffvorräten unterliegt aufgrund der hohen räumlichen Variabilität in der Streu oder im Mineralboden einer großen Unsicherheit, da Kohlenstoffvorräte nur über kurze Distanzen eine räumliche Kontinuität aufweisen. SCHÖNING et al. (2006) berechneten für die Streu eines Buchenwaldes einen Vorrat von $4,0 \text{ MgC ha}^{-1}$ mit einem Variationskoeffizienten von 38 %. Im Mineralboden (0 - 36 cm) fanden sie Kohlenstoffvorräte von $64,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ mit Variationskoeffizienten zwischen 30 % und 43 %. Ähnliche Werte sind auch von LISKI (1995) dokumentiert. Er zeigte, dass Kohlenstoffvorräte unter einem Fichtenstandort innerhalb eines bestimmten Horizontes ab 8 m räumlich unabhängig voneinander waren.

7.2.5.3.3 Repräsentanz von Punkten innerhalb der Straten

Ein Problem der Auswertung nach den Leitbodeneinheiten ergab sich aus der unterschiedlichen Besetzung der Klassen. Kleinen Klassen fehlt die statistische Validität gegenüber einer großen Grundgesamtheit. Wenn aufgrund fehlender Daten kein Vergleich zwischen BZE I und BZE II / BioSoil möglich war, konnte die vom Wald bedeckte Fläche der Leitbodeneinheiten ebenfalls nicht in die Berechnung einfließen. Weiterhin war es nicht möglich, alle Leitbodeneinheiten zu besetzen, da einige nur auf kleinere Flächen im Bundesgebiet beschränkt sind. Insgesamt betrifft dies eine nicht berücksichtigte Waldfläche von 4,3 %.

7.2.5.3.4 Stichprobenfehler

Bei der Berechnung der Stichprobenfehler der Vorratsänderung für Streu und Mineralböden wurde zwischen gepaarten und ungepaarten Stichproben unterschieden und eine Stratifizierung für Mineralböden berücksichtigt. Die Varianz des mittleren Vorrats des Stratum I bzw. der unstratifizierten Gesamtstichprobe mit der Anzahl der Probepunkte n_i berechnete sich nach:

Gleichung 38

$$v(\bar{Y}_I) = \frac{1}{n_i(n_i - 1)} \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij} - \bar{Y}_I)^2$$

Die Varianz der mittleren Vorratsänderung des Stratum I zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2 berechnete sich bei gepaarten Stichproben nach:

Gleichung 39

$$v\langle \bar{G}_l \rangle = v\langle \bar{Y}_{lt_2} \rangle + v\langle \bar{Y}_{lt_1} \rangle - 2r_{y^2y^1} \sqrt{v\langle \bar{Y}_{lt_2} \rangle} \sqrt{v\langle \bar{Y}_{lt_1} \rangle}$$

mit

$$r_{y^2y^1} = \frac{s_{y^2y^1}}{s_{y^2y^1}}$$

und

$$s_{y^2y^1} = \frac{1}{n_l(n_l - 1)} \sum_{j=1}^{n_l} (Y_{ljt_2} - \bar{Y}_{lt_2})(Y_{ljt_1} - \bar{Y}_{lt_1})$$

Bei ungepaarten Stichproben berechnete sich die Varianz der Vorratsänderungen nach:

Gleichung 40

$$v\langle \bar{G}_l \rangle = v\langle \bar{Y}_{lt_2} \rangle + v\langle \bar{Y}_{lt_1} \rangle$$

Die Gesamtvarianz über alle Straten hinweg wurde unter Berücksichtigung ihres Flächenanteils w_l / w abgeschätzt nach:

Gleichung 41

$$v\langle \bar{Y} \rangle \approx \sum_{l=1}^L \left(\frac{w_l}{w} \right)^2 v[\bar{Y}_l]$$

bzw.

$$v\langle \bar{G} \rangle \approx \sum_{l=1}^L \left(\frac{w_l}{w} \right)^2 v[\bar{G}_l]$$

Die Vorratsänderung für die Streu wurde stratifiziert als ungepaarte Stichprobe berechnet. Es ergab sich dabei ein Stichprobenfehler von $0,031 \text{ Mg ha}^{-1}$ oder 61 %. Bei der Berechnung der Vorratsänderung für den Mineralboden wurde die Stichprobe in eine gepaarte und eine ungepaarte Stichprobe unterteilt. Weiterhin wurde nach Leitbodeneinheiten und den beiden Teilstichproben stratifiziert. Insgesamt betrug der Stichprobenfehler für Mineralböden $0,044 \text{ Mg ha}^{-1}$ oder 17 %.

7.2.5.3.5 Quantifizierung von methodisch bedingten Unsicherheiten

Als weitere Unsicherheit kommen zur Stichprobenvarianz messtechnisch bedingte Abweichungen bei der Einzelmessung hinzu. Sowohl die C-Konzentration als auch der Feinbodenvorrat würden bei mehreren, an einem Standort unabhängig voneinander genommenen Proben in einem durch die Genauigkeit der Messtechnik bestimmten Bereich schwanken. Um diese Schwankungsbreite bei der Messung der C-Konzentration zu quantifizieren, wurden die Ergebnisse aus den Ringanalysen herangezogen (BLUM & HEINBACH 2006, 2007). Bei den Ringanalysen zur BZE II wurden die

Wiederholstandardabweichung als mittlere laborinterne Standardabweichung (DIN ISO 5725 2) mehrerer C-Messungen innerhalb der Labore und die Sollstandardabweichung als Standardabweichung der Mittelwerte bestimmt. Daraus wurde die Vergleichsstandardabweichung berechnet. Diese eignet sich als Schätzwert für die Messunsicherheit. Die Vergleichsstandardabweichung des Mineralbodens betrug bei kalkfreien Böden $1,0 \text{ g kg}^{-1}$ und bei kalkhaltigen Böden $2,9 \text{ g kg}^{-1}$, sowie bei der organischen Auflage 20 g kg^{-1} . Für die BZE I wurde auf Werte von WOLFF & RIEK (1996) zurückgegriffen, die Variationskoeffizienten für die C-Bestimmung des Mineralbodens zwischen 5 und 20 % sowie für die C-Bestimmung der organischen Auflage zwischen 5 und 10 % angaben. Davon wurde jeweils der Mittelwert eingesetzt. Bei der Berechnung der Unsicherheiten des Feinbodenvorrats konnte nicht auf Ergebnisse von Ringversuchen zurückgegriffen werden. Daher wurden alle BZE-Punkte ausgewählt, bei denen zu beiden Inventurzeitpunkten Ergebnisse für die Feinbodenbestimmung vorlagen. Es wurde die mittlere Abweichung der beiden Messungen voneinander berechnet. Die mittlere Abweichung lag bei $193 \pm 35 \text{ Mg ha}^{-1}$. Im Sinne einer konservativen Fehlerabschätzung wurde die Annahme getroffen, dass sich die Feinbodenvorräte zwischen den beiden Inventuren nicht ändern und dass die mittlere Abweichung plus ihre Streuung ein Maß für die Messunsicherheit des Feinbodenvorrats darstellt. Die Unsicherheit der jährlichen C-Änderungsrate wurde um die Messunsicherheiten der Einzelmessung erweitert (Gleichung 42).

Gleichung 42:

$$s_{total}^2 = se^2 + \left(\frac{C_1}{(t_{II} - t_I)} MA_{FBV} \right)^2 + \left(\frac{FBV_1}{(t_{II} - t_1)} s_{C_1} \right)^2 + \left(\frac{FBV_{II}}{(t_{II} - t_1)} s_{C_{II}} \right)^2$$

Die Unsicherheiten bei der Abschätzung der jährlichen C-Änderungsrate des Mineralbodens betrugen für die Stichprobenvarianz $0,044 \text{ Mg ha}^{-1}$, für die Laboranalytik der C-Bestimmung zum Zeitpunkt der BZE I $0,033 \text{ Mg ha}^{-1}$, zum Zeitpunkt der BZE II $0,012 \text{ Mg ha}^{-1}$ und für die Bestimmung des Feinbodenvorrates $0,052 \text{ Mg ha}^{-1}$. Damit ergab sich eine Gesamtunsicherheit von $0,09 \text{ Mg ha}^{-1}$. Die Gesamtunsicherheit bei der Abschätzung der jährlichen C-Änderungsrate der organischen Auflage betrug $0,031 \text{ Mg ha}^{-1}$.

7.2.5.4 Zeitreihenkonsistenz

Eine Zeitreihe ist konsistent, wenn sie in sich stimmig ist, Sinn ergibt und keine inneren Widersprüche aufweist. Dies ist bei allen Zeitreihen gegeben. Auch wenn methodisch bedingt in einigen Zeitreihen Sprünge auftreten, ist dies der Datengrundlage geschuldet und kein Widerspruch im Sinne einer konsistenten Zeitreihe.

7.2.6 **Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5.A)**

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Die zur Erstellung dieses Inventars verwendeten Datenquellen erfüllen die Prüfkriterien des QSE – Handbuchs für Datenquellen. Bezüglich der Qualitätssicherung der Eingangsdaten ATKIS®, BÜK 1000 und der Waldbrandstatistik wird auf die Datenhalter verwiesen.

Es wurde eine vollständige Fehlerbetrachtung für den Sektor LULUCF durchgeführt, wobei versucht wurde, alle vorhandenen Fehlerquellen zu quantifizieren. Darin enthalten sind Fehlerrechnungen aus dem Forstbereich für Biomasse, Totholz, Streu, mineralische Böden, Waldbrand, Drainage und Kalkung. Zusammenfassend wurde im Kapitel 19.5.4 ein Gesamtfehlerbudget erstellt.

7.2.6.1 Biomasse und Totholz

Die Schätzungen der Kohlenstoffvorräte in den Pools Biomasse und Totholz zu den jeweiligen Zeitpunkten und die Kohlenstoffveränderungen beruhen auf Hochrechnungen am Thünen-Institut für Waldökosysteme (TI-WO), die auf die Daten der Bundeswaldinventuren und der Inventurstudie 2008 zugreifen. Bezüglich der für die Bundeswaldinventur entwickelten Qualitätssicherung wird auf die Literatur zur Bundeswaldinventur verwiesen (BMELV 2005). Unabhängig von den Berechnungen am TI-WO wurden die C-Vorrats- und –Veränderungsschätzungen für die Biomasse mit einem unter PostGreSQL entwickelten Programm berechnet. Die erzielten Ergebnisse beider Berechnungen stimmen überein.

7.2.6.2 Streu und mineralische Böden

Um für die Auswertung der Probenahmen, die im Rahmen der BZE- und BioSoil-Erhebungen durchgeführt wurden, einen einheitlichen Standard für die Laboranalytik zu erhalten, wurde eine Ringanalyse initiiert. Dabei wurden alle Labore einem Qualitätstest durch den Gutachterausschuss Forstliche Analytik unterzogen (BLUM & HEINBACH 2006, 2007). Um die Vergleichbarkeit der Labormethoden zu gewährleisten, haben nur die an der Ringanalyse erfolgreich teilgenommenen Labore die Analytik durchgeführt. Eine Ringanalyse wurde auch auf europäischer Ebene mit deutscher Beteiligung durchgeführt (COOLS et al. 2006).

Für die Harmonisierung der Labormessungen und Geländeerhebungen wurden im Rahmen der BZE II für die beteiligten Labore Vorschriften für die Ermittlung der zu bestimmenden Parameter erstellt, um Abweichungen aufgrund der Verwendung unterschiedlicher Analysegeräte oder Analysemethoden zu vermeiden (KÖNIG et al 2005, WELLBROCK et al. 2006). Grundlage für die Zulassung der Labore für die Analytik waren vorangegangene Ringanalysen. Ähnliches wurde auch für die Außenaufnahmen durchgeführt. Aufgrund verschiedener Vorstudien wurden Methoden zur Probennahme zugelassen und in einem Handbuch für die Außenaufnahmen beschrieben (WELLBROCK et al. 2006).

7.2.6.3 Vergleich mit Ergebnissen anderer Staaten

Der Vergleich der Kohlenstoffvorratsänderungen der lebenden Biomasse (siehe Tabelle 259) zeigt, dass Deutschland in den Flächenumwandlungskategorien zu Wald mit die höchsten Werte und damit die größten Kohlenstoffsinken aufweist. Ähnlich hohe Senkenleistungen in diesen Kategorien finden sich bei der Schweiz, die in den Umwandlungen von Feuchtgebieten und sonstigen Flächen zu Wald die höchsten Senkenleistungen verzeichnet. Die Niederlande, Belgien, Großbritannien und Polen liegen bei den Flächenumwandlungen zu Wald im mittleren Bereich während Dänemark die geringsten Senkenleistungen aufweist. Bei der Kategorie verbleibende Waldfläche liegt Deutschland hingegen im unteren Bereich. Noch geringere Senkenleistungen finden sich lediglich in Österreich, Großbritannien und der Schweiz; die höchsten Senkenleistungen zeigt Dänemark, gefolgt von den Niederlanden.

Bei der toten organischen Substanz (siehe Tabelle 260) liegt Deutschland bei den Flächenumwandlungen zu Wald im mittleren Bereich und hat vergleichbare Senkenleistungen mit Frankreich. Die höchsten Senkenleistungen finden sich hier bei Österreich, gefolgt von der Schweiz. Dänemark hat als einziges Land bei den Flächenumwandlungen zu Wald sogar eine negative Bilanz zu verzeichnen. Sehr geringe Senkenleistungen zeigen Großbritannien und Polen. Bei der verbleibenden Waldfläche liegt Deutschland im unteren Bereich der Senkenleistungen, vergleichbar mit Polen, der Schweiz und Belgien.. Die größten Kohlenstoffsinken zeigt hier Dänemark, gefolgt von Großbritannien. Frankreich hat in dieser Kategorie als einziges eine Kohlenstoffquelle zu verzeichnen.

Bei den mineralischen Böden (siehe Tabelle 261) liegt Deutschland in der Kategorie verbleibende Waldfläche mit Großbritannien im mittleren Bereich. Die höchsten Senkenleistungen zeigen Belgien und Polen; Österreich hat als einziges Land in dieser Kategorie Kohlenstoffverluste zu verzeichnen. Bei den Umwandlungskategorien zu Wald hat Deutschland überwiegend Kohlenstoffverluste zu verzeichnen, mit Ausnahme der Flächenumwandlungen von Siedlungen und sonstigem Land, wo sich geringe Senkenleistungen finden. Die größten Kohlenstoffsinken zeigen Belgien, Österreich, Polen und die Schweiz.

Bei den organischen Böden (siehe Tabelle 262) berichten neben Deutschland nur noch die Schweiz, Dänemark und Großbritannien. In allen Kategorien zeigt Deutschland hier die größten Verluste. In den Kategorien verbleibender Wald, sowie den Flächenumwandlungen von Acker, Grünland und Feuchtgebieten zu Wald berichtet die Schweiz identische Werte. Großbritannien zeigt als einziges Kohlenstoffsinken in allen Kategorien; die mit Abstand größte Senke zeigt die Schweiz in der Umwandlungskategorie Siedlungen zu Wald.

Tabelle 259: Kohlenstoffvorratsveränderung der lebenden Biomasse verschiedener Länder (Deutschland für 2011, übrige Länder für 2010)

Country	Forest Land remaining Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	Land converted to Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	Cropland converted to Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	Grassland converted to Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	Wetlands converted to Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	Settlements converted to Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	Other Land converted to Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]
AUT	0,34	1,05	1,18	1,18	1,18	0,08	1,18
BEL	0,69	2,31	2,24	2,31	2,39	2,23	2,43
CHE	0,19	3,44	2,15	3,40	5,19	3,59	4,78
CZE	0,71	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	NA
DNK	2,35	0,25	0,20	0,47	0,37	NA	0,31
FRA	0,63	1,11	1,76	1,01	1,20	1,17	0,68
GBR	0,24	2,46	2,37	2,48	IE	2,41	2,46
GER	0,43	4,11	4,12	4,08	4,15	4,06	4,15
NLD	1,72	2,68	3,48	2,62	2,98	1,55	3,10
POL	0,78	2,44	2,44	2,44	NO	NO	NO

Quelle: UNFCCC 2012

Tabelle 260: Kohlenstoffvorratsveränderung der toten organischen Masse verschiedener Länder (Deutschland für 2011, übrige Länder für 2010)

Country	Forest Land remaining Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	Land converted to Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	Cropland converted to Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	Grassland converted to Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	Wetlands converted to Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	Settlements converted to Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	Other Land converted to Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]
AUT	0,06	1,27	1,26	1,27	1,55	1,21	1,21
BEL	0,01	NO	NO	NO	NO	NO	NO
CHE	0,03	1,55	0,10	1,58	1,24	0,59	1,47
CZE	NO	NA,NO	NO	NO	NO	NO	NA
DNK	0,58	-0,38	-0,38	-0,38	-0,38	NA	-0,38
FRA	-0,06	0,32	0,51	0,27	0,49	0,40	0,41
GBR	0,26	0,09	0,09	0,09	IE	0,09	0,09
GER	0,02	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
NLD	0,00	NE	NE	NE	NE	NE	NE
POL	0,02	0,01	0,01	0,01	NO	NO	NO

Quelle: UNFCCC 2012

Tabelle 261: Kohlenstoffvorratsveränderung der mineralischen Böden verschiedener Länder (Deutschland für 2011, übrige Länder für 2010)

Country	Forest Land remaining Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	Land converted to Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	Cropland converted to Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	Grassland converted to Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	Wetlands converted to Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	Settlements converted to Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	Other Land converted to Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]
AUT	-0,19	0,72	0,98	-0,48	6,31	2,20	3,22
BEL	0,57	1,38	2,57	1,04	0,41	2,11	3,04
CHE	IE,NO	0,73	0,60	0,64	0,67	2,36	4,03
CZE	NO	0,16	0,49	0,05	NO	NO	NA
DNK	NA	0,15	0,14	0,16	0,42	NA	0,16
FRA	NO	0,12	0,80	-0,05	-3,10	1,57	
GBR	0,27	0,19	0,36	0,15	IE	0,29	0,22
GER	0,27	-0,28	-0,05	-0,86	-0,68	0,01	0,20
NLD	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
POL	0,52	1,97	2,29	0,75	NO	NO	NO

Quelle: UNFCCC 2012

Tabelle 262: Kohlenstoffvorratsveränderung der organischen Böden verschiedener Länder (Deutschland für 2011, übrige Länder für 2010)

Country	Forest Land remaining Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	Land converted to Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	Cropland converted to Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	Grassland converted to Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	Wetlands converted to Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	Settlements converted to Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	Other Land converted to Forest Land [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]
AUT	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
BEL	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
CHE	-0,68	-0,07	-0,68	-0,68	-0,68	3,85	NO
CZE	NA,NO	NA,NO	NO	NO	NO	NO	NA
DNK	-0,34	-0,34	-0,34	-0,34	-0,34	NA	-0,34
FRA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
GBR	0,58	0,44	0,44	0,44	IE	0,44	0,44
GER	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68
NLD	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
POL	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Quelle: UNFCCC 2012

7.2.7 Quellenspezifische Rückrechnungen (5.A)

Für die aktuelle THG-Berichterstattung kamen neue Datenquellen und Methoden zur Anwendung, die für ausgewählte Zeitreihen zu einer Rückrechnung führten.

Für die Aktivitätsdaten wurde der aktuelle Datensatz des Basis-DLM (2011) für die Herleitung der Flächen berücksichtigt. Dadurch wurde eine Rekalkulation der Jahre 2009 und 2010 notwendig. Die Flächenänderungen und eine Gegenüberstellung mit den Flächen der

Submission 2012 ist in Tabelle 263 zu finden. Weiterführende methodische Beschreibungen zur Erstellung der Landnutzungsmatrix finden sich im Kapitel 7.1.3.

Tabelle 263: Gegenüberstellung der Änderungen der 2012 und 2013 berichteten Landflächenmatrix für die UNFCCC-Berichterstattung [kha]

[kha]	2009	2010
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land 2012	10557,935	10584,982
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land 2013	10557,185	10583,483
5.A.2 Land converted Forest Land 2012	375,802	348,858
5.A.2 Land converted Forest Land 2013	376,019	349,291

7.2.7.1 Verbleibender Wald

Für die Landnutzungskategorie verbleibender Wald (5.A.1) gab es nur in dem Pool Streu eine Rekalkulation. Durch die Auswertung der finalen Daten der BZE wurden die Emissionsfaktoren (EF) angepasst. So hat sich der EF (1990-2011) für die Streu von 0 (Submission 2012) auf $-0,05 \text{ MgC ha}^{-1}$ geändert. Weitere Informationen sind im Kapitel 7.2.4.3 zu finden.

Durch die neue Datengrundlage bei der BZE konnten erstmals für den Pool mineralische Böden die Werte in die CRF-Tabellen übernommen werden. Der EF (1990-2011) für die mineralischen Böden beträgt $0,27 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Eine methodische Beschreibung findet sich im Kapitel 7.2.4.4.

Für den verbleibenden Wald sind in Tabelle 264 die Zeitreihen der aktuellen Submission der vorjährigen gegenübergestellt.

Tabelle 264: Vergleich der aus den Submissions 2013 und 2012 berichteten Emissionen [Gg CO₂] aus der verbleibenden Waldfläche (5.A.1)

[Gg CO ₂ eq a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gesamt 2013	-74.155,756	-74.225,048	-74.294,218	-74.363,267	-74.432,194	-74.500,999	-74.569,680	-74.638,238	-74.706,672	-74.774,981
Gesamt 2012	-66.121,247	-66.180,978	-66.240,589	-66.300,078	-66.359,445	-66.418,689	-66.477,811	-66.536,808	-66.595,682	-66.654,431
Mineralböden 2013	-9.905,411	-9.917,344	-9.929,277	-9.941,210	-9.953,144	-9.965,077	-9.977,010	-9.988,943	-10.000,876	-10.012,809
Mineralböden 2012	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Organische Böden 2013	497,298	499,519	501,740	503,961	506,182	508,403	510,624	512,845	515,066	517,287
Organische Böden 2012	497,298	499,519	501,740	503,961	506,182	508,403	510,624	512,845	515,066	517,287
Biomasse 2013	-63.110,688	-63.168,191	-63.225,573	-63.282,833	-63.339,972	-63.396,988	-63.453,881	-63.510,650	-63.567,295	-63.623,816
Biomasse 2012	-63.110,688	-63.168,191	-63.225,573	-63.282,833	-63.339,972	-63.396,988	-63.453,881	-63.510,650	-63.567,295	-63.623,816
Streu 2013	1.870,901	1.873,275	1.875,648	1.878,021	1.880,394	1.882,767	1.885,140	1.887,513	1.889,887	1.892,260
Streu 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totholz 2013	-3.507,857	-3.512,306	-3.516,756	-3.521,205	-3.525,655	-3.530,105	-3.534,554	-3.539,004	-3.543,453	-3.547,903
Totholz 2012	-3.507,857	-3.512,306	-3.516,756	-3.521,205	-3.525,655	-3.530,105	-3.534,554	-3.539,004	-3.543,453	-3.547,903
[Gg CO ₂ eq a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2013	-74.843,165	-75.006,664	-27.492,158	-27.538,879	-27.585,524	-27.632,090	-27.680,664	-27.729,167	-27.777,599	-27.836,034
Gesamt 2012	-66.713,055	-66.858,354	-19.325,647	-19.354,168	-19.382,612	-19.410,978	-19.441,142	-19.471,235	-19.501,258	-19.543,958
Mineralböden 2013	-10.024,743	-10.047,432	-10.070,121	-10.092,810	-10.115,499	-10.138,188	-10.161,126	-10.184,065	-10.207,004	-10.231,394
Mineralböden 2012	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Organische Böden 2013	519,508	523,409	527,310	531,211	535,111	539,012	542,836	546,660	550,484	554,627
Organische Böden 2012	519,508	523,409	527,310	531,211	535,111	539,012	542,836	546,660	550,484	554,706
Biomasse 2013	-63.680,211	-63.820,995	-16.283,773	-16.307,779	-16.331,708	-16.355,559	-16.381,055	-16.406,480	-16.431,835	-16.465,805
Biomasse 2012	-63.680,211	-63.820,995	-16.283,773	-16.307,779	-16.331,708	-16.355,559	-16.381,055	-16.406,480	-16.431,835	-16.469,460
Streu 2013	1.894,633	1.899,121	1.903,610	1.908,098	1.912,587	1.917,075	1.921,604	1.926,134	1.930,663	1.935,484
Streu 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totholz 2013	-3.552,352	-3.560,768	-3.569,184	-3.577,599	-3.586,015	-3.594,431	-3.602,923	-3.611,415	-3.619,906	-3.628,946
Totholz 2012	-3.552,352	-3.560,768	-3.569,184	-3.577,599	-3.586,015	-3.594,431	-3.602,923	-3.611,415	-3.619,906	-3.629,204

[Gg CO ₂ eq a ⁻¹]	2010
Gesamt 2013	-27.894,431
Gesamt 2012	-19.586,633
Mineralböden 2013	-10.255,784
Mineralböden 2012	NR
Organische Böden 2013	558,770
Organische Böden 2012	558,929
Biomasse 2013	-16.499,737
Biomasse 2012	-16.507,061
Streu 2013	1.940,305
Streu 2012	0
Totholz 2013	-3.637,986
Totholz 2012	-3.638,501

7.2.7.2 Neuwaldfläche

Für die Umwandlung von Flächen hinzu Wald (5.A.2) wurden für die folgenden Pools Rekalkulationen durchgeführt:

- Durch die neue Datenlage bei der Bodenzustandserhebung (BZE) im Wald wurden die Emissionsfaktoren für die mineralischen Böden angepasst. Weiterführende Informationen sind im Kapitel 7.2.4.4 zu finden.
- Für den Pool Biomasse sind die Emissionsfaktoren für die Zunahme im Wald konstant geblieben, aber durch eine Anpassung der Biomasse-Emissionsfaktoren bei den ausgehenden Landnutzungskategorien wurde eine Rekalkulation notwendig (siehe Kapitel 7.1.7).
- Wie bei dem Pool mineralische Böden standen auch für den Pool Streu der aktuellen Submission die neuen Daten der BZE zur Verfügung. Deswegen wurde ebenfalls die Zeitreihe neu berechnet. Einzelheiten zu den Daten und der verwendeten Methode finden sich im Kapitel 7.2.4.3.

Für die Aufforstung sind in Tabelle 265 die Zeitreihen der aktuellen Submission der vorjährigen gegenübergestellt.

Tabelle 265: Rekalkulation der 2013 und 2012 berichteten Emissionen [Gg CO₂-Äquivalente] für Aufforstung (5.A.2)

[Gg CO ₂ Äqu. a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gesamt 2013	-6485,095	-6500,407	-6538,766	-6537,831	-6574,661	-6591,684	-6607,232	-6626,358	-6653,336	-6669,611
Gesamt 2012	-7286,756	-7276,503	-7289,315	-7262,454	-7273,734	-7264,995	-7254,873	-7248,217	-7249,443	-7240,039
Mineralböden 2013	1339,780	1313,785	1287,791	1261,796	1235,801	1209,807	1183,812	1157,817	1131,822	1105,828
Mineralböden 2012	587,377	587,377	587,377	587,377	587,377	587,377	587,377	587,377	587,377	587,377
Organische Böden 2013	87,026	87,026	87,026	87,026	87,026	87,026	87,026	87,026	87,026	87,026
Organische Böden 2012	87,026	87,026	87,026	87,026	87,026	87,026	87,026	87,026	87,026	87,026
Biomasse 2013	-6955,182	-6947,074	-6962,013	-6937,658	-6951,067	-6944,670	-6936,798	-6932,504	-6936,062	-6928,917
Biomasse 2012	-6961,703	-6953,702	-6968,767	-6944,159	-6957,691	-6951,205	-6943,336	-6938,933	-6942,411	-6935,260
Streu 2013	-956,719	-954,144	-951,570	-948,995	-946,421	-943,846	-941,271	-938,697	-936,122	-933,548
Streu 2012	-999,457	-997,204	-994,952	-992,699	-990,446	-988,193	-985,941	-983,688	-981,435	-979,182
Totholz 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totholz 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[Gg CO ₂ Äqu. a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2013	-6697,666	-7755,923	-7512,755	-7270,533	-6991,068	-6742,824	-6375,342	-6051,696	-5725,575	-5624,621
Gesamt 2012	-7242,305	-8260,724	-7984,099	-7709,624	-7397,890	-7118,630	-6720,643	-6366,785	-6011,502	-5897,210
Mineralböden 2013	1079,833	562,499	537,620	512,742	487,863	462,985	438,830	414,676	390,522	361,868
Mineralböden 2012	587,377	1021,840	964,690	908,383	852,920	798,299	744,614	691,956	640,324	585,672
Organische Böden 2013	87,026	83,761	80,497	77,232	73,968	70,703	66,902	63,100	59,299	55,083
Organische Böden 2012	87,026	83,761	80,497	77,232	73,968	70,703	66,902	63,100	59,299	55,057
Biomasse 2013	-6933,551	-7964,247	-7693,523	-7424,803	-7118,675	-6844,873	-6459,087	-6117,250	-5773,809	-5674,125
Biomasse 2012	-6939,779	-7963,549	-7692,795	-7423,662	-7117,961	-6844,154	-6457,709	-6115,921	-5772,480	-5657,698
Streu 2013	-930,973	-942,737	-908,692	-874,795	-841,046	-807,444	-767,288	-727,311	-687,514	-640,011
Streu 2012	-976,929	-897,975	-865,146	-832,486	-799,995	-767,672	-729,149	-690,831	-652,718	-607,678
Totholz 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totholz 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[Gg CO ₂ Äqu. a ⁻¹]	2010									
Gesamt 2013	-5231,705									
Gesamt 2012	-5473,985									
Mineralböden 2013	333,215									
Mineralböden 2012	532,255									
Organische Böden 2013	50,866									
Organische Böden 2012	50,815									
Biomasse 2013	-5265,291									
Biomasse 2012	-5251,943									
Streu 2013	-592,724									
Streu 2012	-562,883									
Totholz 2013	0									
Totholz 2012	0									

7.2.8 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5.A)

7.2.8.1 Landnutzungsänderungen

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

Weiterführende geplante Verbesserungen für die Landnutzungsmatrix finden sich im Kapitel 7.1.3.6.

7.2.8.2 Streu und mineralische Böden

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

7.3 Ackerland (5.B)

7.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (5.B)

CRF 5.B	Gas	HK		1990		2011		Trend
				Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Cropland	CO ₂	L	T/T2	28.632,1	2,35%	28.632,5	3,09%	0,00%
Cropland	N ₂ O	-	-	196.1	0.02%	206.7	0.02%	5.43%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS	RS/NS	CS ⁸³
N ₂ O	CS/Tier 1	RS/NS	D

Die Quellgruppe *Ackerland* (5.B) ist für CO₂-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend.

In der Kategorie „*Ackerland*“ wird über die Emission/Einbindung von CO₂ aus mineralischen und organischen Böden, der ober- und unterirdischen Biomasse sowie der Kalkung berichtet; außerdem über Lachgasemissionen durch Humusverluste aus Mineralböden nach Landnutzungsänderung zu Acker. Das Abbrennen von Feldern und Ernterückständen ist in Deutschland per Gesetz verboten und wird deshalb nicht berichtet (NO).

Die Gesamtemissionen aus dem Ackerland betrugen im Jahre 2011 28.839 Gg CO₂-Äquivalente. Dabei entfielen 25.289 Gg CO₂ auf die Freisetzung aus ackerbaulich genutzten Mooren; 1.541 Gg CO₂ wurden nach Umwandlung zu Acker aus mineralischen Böden freigesetzt, 14 Gg CO₂ nach Umwandlung zu Acker aus der Biomasse. Durch die Zersetzung von Totholz und Streu, im Zusammenhang mit Entwaldungsmaßnahmen, fielen 13 Gg CO₂ an. Durch Kalkung emittierten zusätzlich 1.776 Gg CO₂. Diese Summe bezieht sich unspezifisch auf die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche, wurde aber insgesamt der Kategorie Ackerland zugeordnet (vergl. Kapitel 7.3.4.5). Die N₂O-Freisetzung durch Humusverluste aus Mineralböden nach Landnutzungsänderung zu Acker betrug 207 Gg CO₂-Äquivalente.

⁸³ Die Angabe CS/M bezieht sich auf die Ermittlung der Vorratsänderung in der Biomasse und im Boden. Änderungen in Totholz, und Streu wurden nach Tier 1 auf 0 geschätzt.

Die Zeitreihen der Emissionen aus dem Ackerland (siehe Abbildung 59 und Abbildung 60 sowie Tabelle 271 und Tabelle 272 im Kapitel 7.3.7) verdeutlichen, dass die Veränderungen der Treibhausgasemissionen aus dem Ackerland nur gering sind und kein eindeutiger Trend zu erkennen ist. Die Unsicherheit des Mittelwertes der Zeitreihe von 29.017 Gg CO₂-Äquivalente beträgt $\pm 0,8 \%$ (Standardfehler des Mittelwertes * 1,96 $\triangleq$ Hälfte des 95-% Konfidenzintervalls). Gegenüber dem Basisjahr ist in 2011 eine geringe Zunahme von 11 Gg CO₂-Äquivalenten (0,04 %) zu verzeichnen.

Die Zunahmen der Emissionen aus organischen Böden (976 Gg CO₂ $\triangleq$ 4 %), den Mineralböden (CO₂: 175 Gg CO₂ $\triangleq$ 12,8 %; N₂O: 11 Gg CO₂-Äquivalente $\triangleq$ 5,4 %) und der Kalkung (617 Gg CO₂ $\triangleq$ 53 %) werden durch die Abnahmen der Emissionen aus der Biomasse (-1.458 Gg CO₂ $\triangleq$ -99 %) und der toten organischen Substanz (-310 Gg CO₂ $\triangleq$ -96 %) nahezu ausgeglichen. Die Zunahme der Emissionen aus Böden liegt an der gestiegenen Landnutzungsänderung von Grünland zu Acker. Die starke Abnahme der Emissionen aus Biomasse und toter organischer Substanz liegt daran, dass die Landnutzungsänderung von Wald und Gehölzen zu Acker stark zurück gegangen ist. Die Kurvenverläufe der Zeitreihen, insbesondere deutliche Änderungen, haben ihre Ursache vor allem in den sich zu den entsprechenden expliziten Erhebungsterminen ändernden Flächendaten (siehe Kapitel 7.1.3.5, Tabelle 233). Der Erfassung von Landnutzungsänderungen anhand räumlich expliziter Daten zur Landnutzung lagen Datensätze der Jahre 1990, 2000, 2005 2008 und 2011 zugrunde (vergl. Kapitel 7.1.3). Landnutzungsänderungen, die zwischen diesen Terminen auftraten, wurden durch lineare Interpolation ermittelt, so dass die jährlichen Konversionsflächen zwischen den Zeitpunkten, zu denen räumlich explizite Daten vorlagen, konstant sind. Gründe für die Abnahme der Emissionen zwischen 2000 und 2001 sind der deutliche Rückgang der Entwaldung und die deutlich geringere Menge von kohlensauren Kalken, die in der Landwirtschaft zu diesem Zeitpunkt ausgebracht wurden.

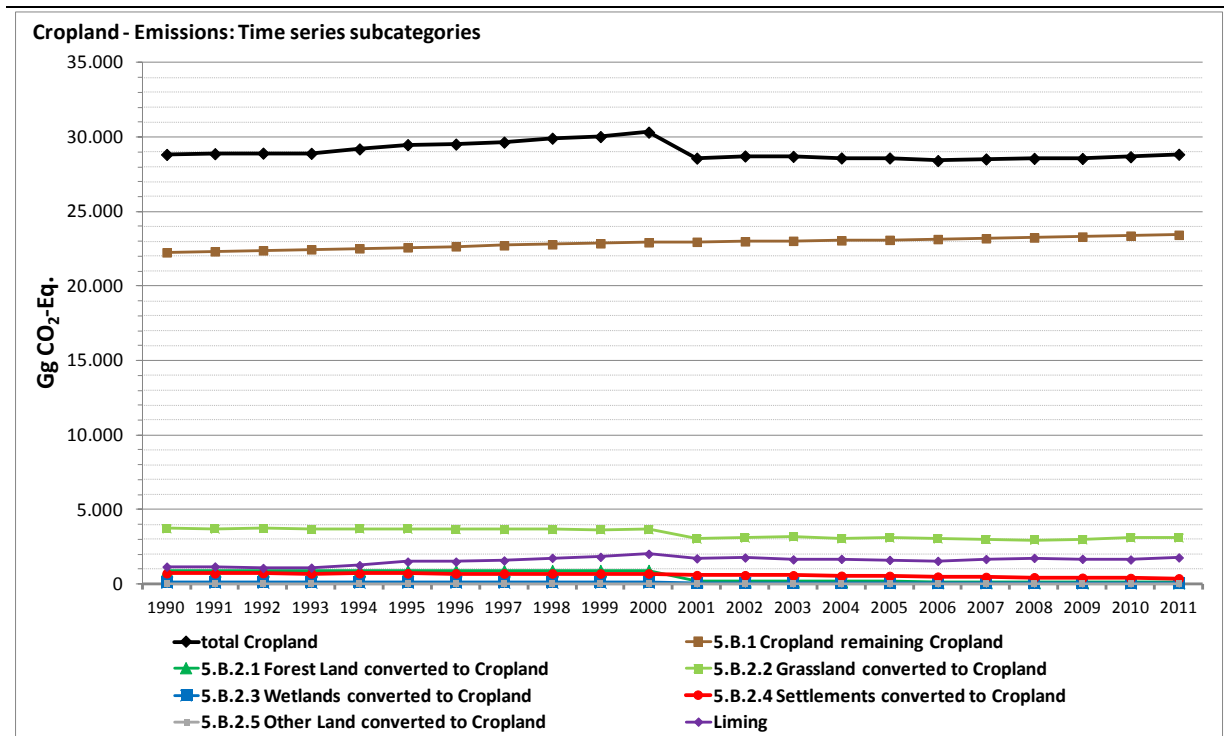


Abbildung 59: Treibhausgasemissionen [Gg CO₂-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Ackerland von 1990 – 2011 nach Subkategorien

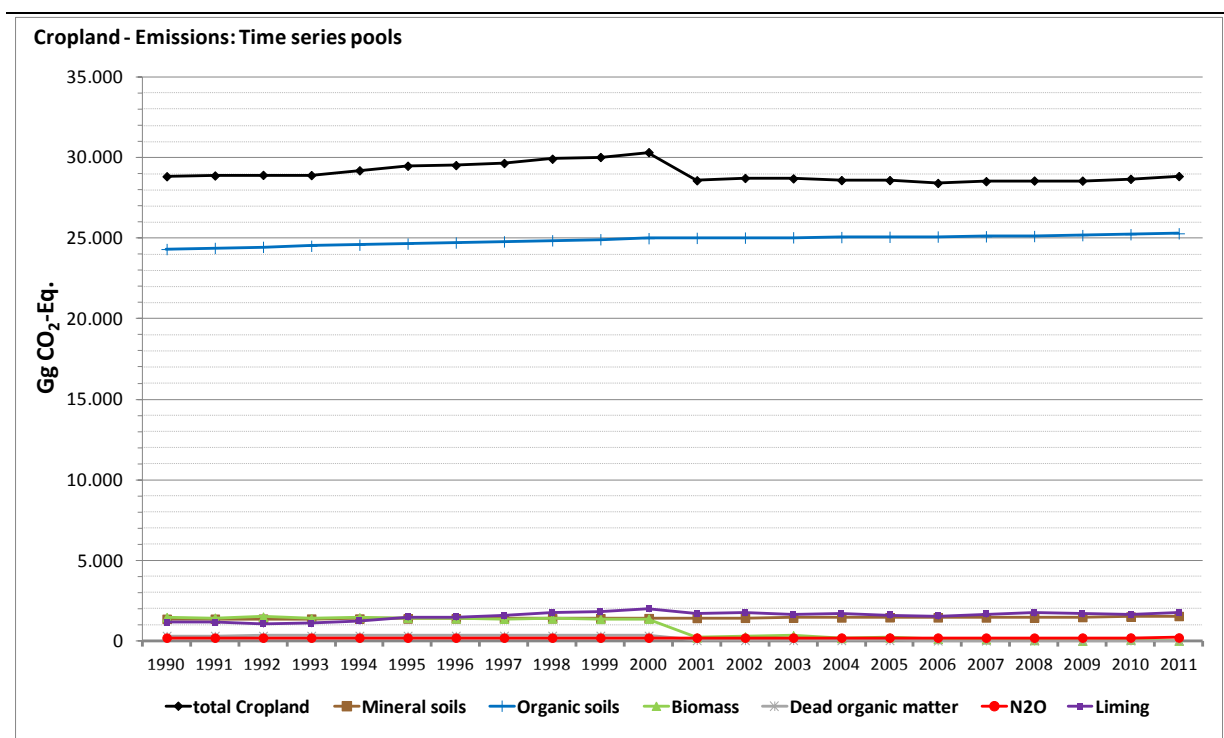


Abbildung 60: Treibhausgasemissionen [Gg CO₂-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Ackerland von 1990 – 2011 nach Pools

7.3.2 Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.B)

Siehe Kapitel 7.1.3.

7.3.3 Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.B)

Ackerland ist in Kapitel 7.1.4 definiert. Für die Berechnung der Emissionen wird Ackerland poolspezifisch stratifiziert:

- Berechnung der Biomassevorräte: Jährlich variable Stratifizierung nach Kulturarten einschließlich Dauerkulturen. Dauerkulturen werden unterschieden nach Wein, 8 Obstbaumkategorien und Weihnachtsbäumen (Kapitel 19.5.3.1). Der Anteil der Dauerkulturen an der Gesamtfläche des Ackerlands beträgt 1,2 %.
- Berechnung der Emissionen aus Böden: Zeitlich konstante Stratifizierung nach organischen Böden und Mineralböden. Die Mineralböden werden weiterhin nach Nutzung, Bodentyp bzw. Bodenausgangsgesteinsgruppen und Klimaregion stratifiziert (vergl. Kapitel 19.5.2.2).
- Berechnung der Emissionen aus Landnutzungsänderungen: Jährlich aktualisierte Stratifizierung nach Acker unter verbleibender Nutzung und Land, das in Acker umgewandelt wurde. Die Daten werden jährlich aus der Landnutzungsinformation übernommen (Kapitel 7.1.4; Kapitel 7.1.3).

7.3.4 Methodische Aspekte (5.B)

7.3.4.1 Datenquellen

Annuelle Kulturen

- Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Landwirtschaftliche Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung (div. Jgg.)
- Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3.2.1, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Wachstum und Ernte – Feldfrüchte; (div. Jgg.)
- Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3.1.2, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, – Bodennutzung der Betriebe (Landwirtschaftlich genutzte Flächen); (div. Jgg.)
- 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4 - Agriculture, Forestry and Other Land Use (IPCC 2006)
- „Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung –DüV)“ (Düngeverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S. 221), die zuletzt durch Artikel 18 des Gesetzes vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585) geändert worden ist)

Obstgehölze, Wein und Weihnachtsbaumkulturen

- „Obstanbau, Weinanbau und Weihnachtsbaumkulturen in Deutschland“; Zwischenbericht Forschungsprojekt „Methodenentwicklung zur Erfassung der Biomasse mehrjährig verholzter Pflanzen außerhalb von Wäldern“ (PÖPKEN 2011)
- Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3.1.4, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Landwirtschaftliche Bodennutzung - Baumobstflächen - 2007

7.3.4.2 Biomasse

Für die Verbleib-Kategorie von Ackerland werden keine Kohlenstoffvorratsänderungen ausgewiesen, da ein Gleichgewichtszustand für die Kohlenstoffflüsse mit der Biomasse in diesen Kategorien unterstellt wird. Dies begründet sich in den für perennierende Ackergehölze Deutschlands ermittelten repräsentativen „Gleichgewichtskohlenstoffvorräten“. Annuelle Kulturen werden entsprechend der IPCC-Richtlinien in der Verbleib-Kategorie von Ackerland nicht berücksichtigt. Der Berechnung des durchschnittlichen Kohlenstoffvorrates für Obstgehölze liegt eine vollständige Baumzählung zugrunde, die die Gehölze unterschieden nach Art und Alter (< 1 - > 25 Jahre) erfasst. Auf diese Art und Weise konnte ein repräsentativer Gleichgewichtskohlenstoffvorrat für alle ackerbaulich genutzten Gehölzpflanzen ermittelt werden, da über alle unterschiedlichen Altersklassen, Gehölzarten sowie Ausprägungen und Zusammensetzungen summiert wurde Kapitel 19.5.3.1. Der jährliche Zuwachs wird bei Gehölzpflanzen in Nutzung i.d.R. vollständig weggeschnitten. Die Umtriebszeiten für die Gehölzpflanzen sind relativ kurz (ca. 10 – 15 Jahre bei Obstgehölzen), so dass es zwar häufig zu einer Erneuerung der Bestände kommt, jedoch aus dem bei der Herleitung der Emissionsfaktoren berücksichtigten Pool. Es besteht ein dynamisches Gleichgewicht zwischen Pflanzung, Wachstum, Schnitt, Ernte und Erneuerung. Im Falle von Landnutzungsänderungen zu Ackerland werden die C-Vorräte durch Anpflanzung von Gehölzbiomasse daher auch vollständig im Jahr der Landnutzungsänderung angerechnet. Bei Landnutzungsänderungen werden, gemäß IPCC 2003, die Kohlenstoffvorratsänderungen in der annuellen und perennierenden Biomasse erfasst und berichtet.

7.3.4.2.1 Kohlenstoffvorräte in der Biomasse von perennierenden Ackerkulturen

Die Kohlenstoffvorräte in der Biomasse von perennierenden Ackerkulturen wurden gegenüber dem Vorjahr bezgl. der C-Vorräte von Weinstöcken korrigiert. Die Datengrundlage, Einzelfaktoren und Methodik sind in Kapitel 19.5.3.1 beschrieben. Tabelle 266 zeigt als Ergebnis den Kohlenstoffvorrat für Flächen mit perennierenden Ackerkulturen.

Tabelle 266: Flächengewichteter Mischwert des Kohlenstoffvorrates [Mg ha^{-1}] für perennierende Ackerkulturen ($\pm$ Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)

Perennierende Kulturen	Kohlenstoffvorrat [Mg C ha^{-1}]		
	Bio _{total}	Bio _{oberirdisch}	Bio _{unterirdisch}
Acker: Perennierende Kulturen	11,23 $\pm$ 2,91	8,23 $\pm$ 2,24	2,99 $\pm$ 1,31

7.3.4.2.2 Kohlenstoffvorräte in der Biomasse von annuellen Ackerkulturen

Bei Landnutzungsänderungen wird die ober- und unterirdische Biomasse von annuellen Acker- und Gartenlandkulturen und Dauerkulturen als flächengewichtetes Mittel angesetzt. Dieses Vorgehen entspricht IPCC 2003. Der Kohlenstoffvorrat für die ober- und unterirdische Biomasse von annuellen Ackerkulturen wird jährlich auf Basis der Ernteerhebungen des statistischen Bundesamtes errechnet. Hieraus werden flächen- und ertragsgewichtete mittlere Kohlenstoffvorräte bezogen auf die Fläche annueller Acker- und Gartenlandkulturen berechnet.

Die Grundlage für die Ermittlung der mittleren Kohlenstoffvorräte für Feldfrüchte bilden die Erträge und Anbauflächen von 65 Feldfrüchten. Diese sind:

- Winterweizen, Sommerweizen, Roggen, Triticale, Wintermenggetreide, Wintergerste, Sommergerste, Hafer, Sommermenggetreide, Körnermais
- Futtererbsen, Ackerbohnen
- Kartoffeln, Zuckerrüben, Runkelrübe
- Winterraps
- Klee, Luzerne, Gras, Silomais
- Blumenkohl, Brokkoli, Chinakohl, Grünkohl, Kohlrabi, Rosenkohl, Rotkohl, Weißkohl, Wirsing, Eichblattsalat, Eissalat, Endiviansalat, Feldsalat, Kopfsalat, Lollo Salat, Radicchio, Römischer , Rucolasalat, sonstige Salate, Spinat, Rhabarber, Spargel, Staudensellerie, Knollenfenchel, Knollensellerie, Meerrettich, Möhren, Radieschen, Rettich, Rote Rüben, Einlegegurken, Schälgurken, Speisekürbisse, Zucchini, Zuckermais, Buschbohnen, Dicke Bohnen, Stangenbohnen, Frischerbsen-Drusch, Frischerbsen, Bundzwiebeln, Speisezwiebeln, Petersilie, Porree, Schnittlauch

Die Ableitung der trockenen Biomasse einzelner Pflanzenteile aus den Ernteerträgen erfolgt für Grün- und Ackerland nach HAENEL et al. (2012) mittels Verhältniszahlen und Wassergehaltsangaben aus unterschiedlichen Quellen.

Für die Berechnung des Kohlenstoffvorrats der Biomasse wurde, abweichend vom IPCC – Defaultwert (50 Gew-%), ein durchschnittlicher Kohlenstoffgehalt derselben von 45 Gew-% angenommen, da OSOWSKI et al. (2004) Kohlenstoffgehalte für Pflanzen in Mitteleuropa von 44 – 48 Gew-% ausweisen und PÖPKEN (2011), bei ihren Untersuchungen von Nutzgehölzpflanzen für das deutsche Inventar, ebenfalls mittlere Werte von 45 bis 46 % ermittelte. Die Ergebnisse für annuelle Ackerland- bzw. Gartenlandpflanzen sind in Tabelle 267 dargestellt.

Tabelle 267: Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha^{-1}] von Ackerland mit annueller Vegetation ($\pm$ Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)

Jahr	Kohlenstoffvorrat [Mg C ha^{-1}]		
	Bio _{total}	Ackerland _{annuell} Bio _{oberirdisch}	Bio _{unterirdisch}
1990	6,03 $\pm$ 0,52	4,84 $\pm$ 0,41	1,19 $\pm$ 0,33
1991	6,27 $\pm$ 0,54	5,07 $\pm$ 0,43	1,21 $\pm$ 0,34
1992	5,81 $\pm$ 0,50	4,71 $\pm$ 0,40	1,10 $\pm$ 0,31
1993	6,57 $\pm$ 0,57	5,32 $\pm$ 0,45	1,25 $\pm$ 0,35
1994	6,15 $\pm$ 0,53	4,97 $\pm$ 0,42	1,18 $\pm$ 0,33
1995	6,35 $\pm$ 0,55	5,14 $\pm$ 0,43	1,21 $\pm$ 0,34
1996	6,60 $\pm$ 0,57	5,35 $\pm$ 0,45	1,24 $\pm$ 0,35
1997	6,73 $\pm$ 0,58	5,46 $\pm$ 0,46	1,27 $\pm$ 0,36
1998	6,62 $\pm$ 0,57	5,37 $\pm$ 0,45	1,25 $\pm$ 0,35
1999	6,84 $\pm$ 0,59	5,56 $\pm$ 0,47	1,29 $\pm$ 0,36
2000	6,70 $\pm$ 0,58	5,45 $\pm$ 0,46	1,25 $\pm$ 0,35
2001	6,99 $\pm$ 0,61	5,67 $\pm$ 0,48	1,31 $\pm$ 0,37
2002	6,45 $\pm$ 0,56	5,25 $\pm$ 0,44	1,21 $\pm$ 0,34
2003	5,82 $\pm$ 0,50	4,75 $\pm$ 0,40	1,07 $\pm$ 0,30
2004	7,32 $\pm$ 0,63	5,95 $\pm$ 0,50	1,36 $\pm$ 0,38
2005	6,96 $\pm$ 0,60	5,64 $\pm$ 0,48	1,32 $\pm$ 0,37
2006	6,56 $\pm$ 0,57	5,30 $\pm$ 0,45	1,26 $\pm$ 0,35
2007	6,84 $\pm$ 0,59	5,54 $\pm$ 0,47	1,31 $\pm$ 0,37
2008	7,33 $\pm$ 0,64	5,92 $\pm$ 0,50	1,40 $\pm$ 0,39
2009	7,51 $\pm$ 0,65	6,08 $\pm$ 0,51	1,43 $\pm$ 0,40
2010	7,01 $\pm$ 0,61	5,67 $\pm$ 0,48	1,35 $\pm$ 0,38
2011	7,48 $\pm$ 0,65	6,05 $\pm$ 0,51	1,43 $\pm$ 0,40

7.3.4.2.3 Gesamte Kohlenstoffvorräte in der Biomasse Ackerland

Die gesamte Biomasse in Ackerland wird als flächengewichteter jährlicher Kohlenstoffvorrat nach Gleichung 43 berechnet.

Gleichung 43:

$$EF_{\text{crop}} = (EF_{\text{Holz}} \cdot A_{\text{Holz}} + EF_{\text{annuell}} \cdot A_{\text{annuell}}) / (A_{\text{Holz}} + A_{\text{annuell}})$$

Die in Tabelle 268 dargestellten Werte werden allen Berechnungen bezgl. Biomasse im Zusammenhang mit Landnutzungsänderungen im Ackerland- und Gartenlandbereich zugrunde gelegt.

Tabelle 268: Flächengewichteter Mischwert des Kohlenstoffvorrates [Mg C ha⁻¹] in der Biomasse von Ackerland in Deutschland (± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)

Jahr	Kohlenstoffvorrat [Mg C ha ⁻¹]		
	Bio _{total}	Ackerland _{annuell} Bio _{oberirdisch}	Bio _{unterirdisch}
1990	6,13 ± 0,52	4,91 ± 0,40	1,22 ± 0,33
1991	6,38 ± 0,54	5,13 ± 0,42	1,24 ± 0,33
1992	5,92 ± 0,50	4,79 ± 0,39	1,14 ± 0,30
1993	6,66 ± 0,56	5,38 ± 0,44	1,29 ± 0,34
1994	6,26 ± 0,53	5,04 ± 0,41	1,22 ± 0,33
1995	6,45 ± 0,54	5,21 ± 0,43	1,24 ± 0,33
1996	6,69 ± 0,56	5,41 ± 0,45	1,28 ± 0,34
1997	6,82 ± 0,58	5,51 ± 0,45	1,31 ± 0,35
1998	6,71 ± 0,57	5,43 ± 0,45	1,29 ± 0,34
1999	6,93 ± 0,58	5,61 ± 0,46	1,32 ± 0,35
2000	6,79 ± 0,57	5,50 ± 0,45	1,29 ± 0,35
2001	7,07 ± 0,60	5,72 ± 0,47	1,35 ± 0,36
2002	6,54 ± 0,55	5,30 ± 0,44	1,24 ± 0,33
2003	5,93 ± 0,50	4,82 ± 0,40	1,11 ± 0,30
2004	7,39 ± 0,63	6,00 ± 0,49	1,39 ± 0,37
2005	7,04 ± 0,59	5,69 ± 0,47	1,35 ± 0,36
2006	6,64 ± 0,56	5,35 ± 0,44	1,29 ± 0,35
2007	6,92 ± 0,58	5,59 ± 0,46	1,34 ± 0,36
2008	7,40 ± 0,62	5,96 ± 0,49	1,43 ± 0,38
2009	7,58 ± 0,64	6,12 ± 0,50	1,46 ± 0,39
2010	7,09 ± 0,60	5,71 ± 0,47	1,38 ± 0,37
2011	7,54 ± 0,64	6,09 ± 0,50	1,46 ± 0,39

7.3.4.3 Mineralische Böden

Für Flächen unter verbleibender Nutzung wird keine Änderung der Kohlenstoffvorräte in Mineralböden ausgewiesen. Diese Annahme wird durch Ergebnisse auf 140 regionalen Langzeituntersuchungsflächen belegt (HÖPER und SCHÄFER 2012, FORTMANN et al. (in Veröffentlichung) und BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT 2007). Auch zeigen Metastudien jüngerer Datums (BAKER et al. 2007 ; LUO et al. 2010), dass die Art der Bodenbearbeitung bei einer Betrachtungstiefe > 60 cm keinen Einfluss auf den Gesamtkohlenstoffvorrat von Mineralböden hat. Desweiteren treten großflächige und schnell wechselnde Änderungen bezüglich der Bodenbewirtschaftungs- und Managementmethoden im Bereich der landwirtschaftlichen Bodennutzung nicht auf.

Die Berechnung der CO₂-Emissionen infolge der Umwandlung von Landflächen in Ackerland ist in Kapitel 7.1.5, die Emissionsfaktoren auch in Tabelle 269 (Kapitel 7.3.5), die Herleitung der Emissionsfaktoren in Kapitel 19.5.2 beschrieben.

Die N₂O-Emissionen infolge der Umwandlung von Landflächen in Ackerland (CRF Table 5 (III)), wurden gemäß IPCC GPG (2003) ermittelt. Hierfür wurden die für die einzelnen Landnutzungsänderungsflächen ermittelten Kohlenstoffvorratsänderungen durch die flächengewichteten mittleren C/N – Verhältnisse der entsprechenden Böden dividiert, somit die absoluten Veränderungen im Stickstoffvorrat der Böden bestimmt. Diese Vorratsunterschiede wurden mit dem IPCC-Defaultwert von 0,0125 Mg N₂O-N pro Mg N verrechnet (IPCC GPG 2003). Die so ermittelten N₂O-Emissionsfaktoren und ihre Unsicherheiten sind in Tabelle 269 (Kapitel 7.3.5) dargestellt. Die C/N-Verhältnisse wurden aus den Schätzprofilaten der BÜK 1000 n 2.3 (BGR 2011) abgeleitet. Die Lachgasemissionen unterliegen ebenfalls der Übergangszeit und werden analog zu den Kohlenstoffvorratsänderungen auf 20 Jahre verteilt.

7.3.4.4 Organische Böden

Die jährlichen Emissionen nach Landnutzungsänderung werden wie die Emissionen aus verbleibender Ackernutzung berechnet. Die Berechnung der CO₂-Emissionen aus organischen Böden infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung sowie die Herleitung der entsprechenden Emissionsfaktoren ist in Kapitel 7.1.6 beschrieben.

N₂O-Emissionen aus organischen Böden werden im Sektor „Landwirtschaft“ unter 4.D.1.5 „Cultivation of Histosols“ berichtet. Um Doppelzählungen zu vermeiden, werden N₂O-Emissionen aus organischen Böden infolge der Konversion zu Ackerland in den LULUCF-Tabellen deshalb mit dem Notationsschlüssel „IE“ versehen.

7.3.4.5 Kalkung

Die Emissionen aus der Kalkung errechnen sich aus der Summe ausgebrachter Kalkdünger. Diese umfasst alle Carbonate von Calcium und Magnesium als reine Stoffe oder als Beimengungen. Berichtet wird daher über Emissionen aus der Lösung kohlensaurer, Misch-, Carbo- und Rückstandskalke sowie Kalkammonsalpeter.

Die ausgebrachten Kalkmengen werden aus den im Inland verkauften Produktmengen abgeleitet, unter der Annahme, dass verkaufter Kalkdünger im Verkaufsjahr auch ausgebracht wurde. Die Angaben zu den Produktmengen entstammen der Officialstatistik (STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 4, Reihe 8.2). Aufgeführt wird lediglich die Düngermenge der Gesamtsumme an Kalken sowie zusammengefasst, der der Forstwirtschaft veräußerte Anteil. Im Rahmen der Inventarabschätzung wird unterstellt, dass die Menge der in den Forsten ausgebrachten Kalkdüngerarten den prozentualen Anteilen derselben an der Gesamtsumme entspricht. Die nicht explizit der Forstwirtschaft zugewiesenen Kalkmengen werden vollständig in der Ackerlandkategorie berichtet.

In der Düngemittelstatistik werden alle kalkhaltigen Dünger, auch Magnesiumcarbonate als CaO berichtet. Die CO₂-Emissionen werden aus diesen stöchiometrisch abgeleitet.

Für Kalkammonsalpeter wird davon ausgegangen, dass der Stickstoffanteil 27 % beträgt, folglich der Anteil an Ammoniumnitrat 77,1 %, der an Calciumcarbonat 22,9 %. Auch hier erfolgt die Bestimmung der CO₂-Emissionen stöchiometrisch.

7.3.5 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5.B)

Die Bestimmung der Unsicherheiten für Emissionsfaktoren und Aktivitätsdaten erfolgten gemäß der Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse

Gas Inventories (IPCC 2000). Nähere Erläuterungen hierzu finden sich in Kapitel 19.5.4. Tabelle 269 zeigt die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren des Ackerlandsektors, unterschieden nach Pools und Subkategorien.

Tabelle 269 unterstreicht, dass Verteilungen aus natürlichen Prozessen oft nicht symmetrisch sind, sondern mit einer logarithmischen Normalverteilung beschrieben werden müssen. So sind auch die Verteilungsfunktionen bezüglich der Emissionsfaktoren im Ackerlandbereich in der Regel lognormalverteilt. Ausnahmen bilden die Standardnormalverteilungen der Biomassewerte. Die Unsicherheiten sind hier gleichzeitig die geringsten.

Die Unsicherheiten für die Aktivitätsdaten, die Flächen, sind in Tabelle 376 in Kapitel 19.5.4 dargestellt. Diese sind normalverteilt und die Hälfte des 95 % - Konfidenzintervalls beträgt im Ackerlandbereich zwischen 1 – 86 %. Beim Rasterpunktansatz ist der Stichprobenfehler systembedingt abhängig von der Stichprobengröße, somit vom Flächenanteil der jeweiligen Subkategorie an der Gesamtfläche (vergl. Kapitel 7.1.3). So weisen lediglich die Subkategorien im Ackerlandbereich größere Unsicherheiten auf, deren Anteil an der gesamten Ackerfläche < 0,1 % beträgt. Eine flächengewichtete Ableitung einer Gesamtunsicherheit der Flächendaten in der Ackerlandkategorie ergibt einen Wert von 1,06 %.

Tabelle 376 in Kapitel 19.5.4 zeigt, dass im Ackerlandbereich, gemessen an den Gesamtemissionen, insbesondere die Emissionen aus den organischen Böden einen erheblichen Anteil an den nationalen LULUCF-Emissionen aufweisen. Die Emissionen aus dem Mineralboden und insbesondere die in Verbindung mit der Biomasse haben nur geringen Anteil.

Die Unsicherheiten für Emissionen aus der Kalkdüngung ergeben sich aus den Wirkstofftoleranzgrenzen der Düngemittelverordnung (BGBI. 2012). Diese toleriert Unsicherheiten bezüglich der Menge des Wirkstoffs von nur 2 - 4 %, je nach Art des Kalkdüngers. Aufgrund der Zusammenstellung der Kalkdüngerarten im Jahre 2011, betrug die Gesamtunsicherheit des EF 2,95 %. Die Erhebung zur Erfassung der Aktivitätsdaten bezüglich der Kalkdüngung ist eine statistische Vollerhebung. Diese ist gesetzlich verankert und für alle Betroffenen besteht Auskunftspflicht. So sind die Aktivitätsdaten als vollständig zu betrachten und i.d.R. mit keinen statistischen Unsicherheiten versehen. Um möglichen Verschiebungen durch Meldeverzögerungen sowie durch die Herleitung der im Forst ausgebrachten Mengen Rechnung zu tragen, wurde ein zusätzlicher, konservativ geschätzter Unsicherheitswert von 5 % für die AD angenommen; so ergibt sich eine Gesamtunsicherheit von 5,8 % [Hälfte des 95-% Konfidenzintervalls] für die Emissionen aus der Kalkung.

Tabelle 269: Unsicherheiten von Emissionsfaktoren [in % vom Lagemaß] zur Berechnung der THG-Emissionen aus dem Ackerland Deutschlands 2011, unterschieden nach Pool und Subkategorie; positiv: C-Senke bzw. N₂O-Emission; negativ: C-Quelle

Ackerland Landnutzung _{vor} Mineralboden CO ₂ -C ⁸⁴	Fläche Landnutzung _{nach}	Emissionsfaktor [Mg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	Schranken	
			obere [%]	untere [%]
Wald	Acker	0,07	25	16
Grünland i.e.S.	Acker	-0,87	49	30
Gehölze	Acker	-0,66	51	28
Terr. Feuchtgebiete	Acker	-0,70	37	28
Gewässer	Acker	0,00	51	33
Siedlungen	Acker	0,07	49	28
Sonstige Fläche	Acker	0,22	52	27
Mineralboden N ₂ O-N ⁸⁵		[kg N ₂ O-N ha ⁻¹ a ⁻¹]	[kg N ₂ O-N ha ⁻¹ a ⁻¹]	[%]
Wald	Acker	0,002	84	82
Grünland i.e.S.	Acker	1,34	106	99
Gehölze	Acker	1,06	107	98
Terr. Feuchtgebiete	Acker	0,89	101	99
Organischer Boden		[Mg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	[Mg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	[%]
	Acker	-11,00	50	50
Biomasse ⁸⁶		[Mg C ha ⁻¹ 1 a ⁻¹]	[Mg C ha ⁻¹ 1 a ⁻¹]	[%]
Wald	Acker	-25,09	30	30
Grünland i.e.S.	Acker	0,86	13	13
Gehölze	Acker	-39,39	163	55
Terr. Feuchtgebiete	Acker	-12,56	109	37
Gewässer	Acker	7,54	8	8
Siedlungen	Acker	-5,86	109	37
Sonstige Fläche	Acker	7,54	8	8
Tote organische Substanz ⁸⁷		[Mg C ha ⁻¹ 1 a ⁻¹]	[Mg C ha ⁻¹ 1 a ⁻¹]	[%]
Wald	Acker	-21,03	3	3

Die Berechnungen sind für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 – 2011 räumlich und zeitlich konsistent und vollständig.

7.3.6 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5.B)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden gemäß der „Ausführungsbestimmung zur Erstellung von Emissions- und Kohlenstoffinventaren und deren Qualitätsmanagement für den Bereich der Quellgruppen 4 und 5 - Anlage zum Konzept Emissions- und Kohlenstoffinventare im nachgeordneten Bereich des BMELV vom 01.03.2012“ (Version 1.01, Stand vom 31.08.2012; Thünen-Institut 2012) durchgeführt, entsprechend den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen.

Die zur Erstellung dieses Inventars verwendeten Datenquellen erfüllen die Prüfkriterien des QSE – Handbuchs für Datenquellen. Bezüglich der Qualitätssicherung der Eingangsdaten

⁸⁴ Berechnung über 20 Jahre

⁸⁵ Berechnung über 20 Jahre

⁸⁶ Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

⁸⁷ Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

(ATKIS[®], BÜK, Officialstatistik) wird auf die Datenhalter verwiesen (Dokumentation in Inventarbeschreibung).

Die Ergebnisse der Emissionsberechnung der aktuellen Berichterstattung können mit anderen Datenquellen für Deutschland nicht verglichen werden, da solche flächendeckend, umfassend und unabhängig von den hier aufgeführten Methoden und Datenquellen nicht existieren. Ein innereuropäischer Vergleich der impliziten Emissionsfaktoren zeigt, insbesondere unter Berücksichtigung der großen Unsicherheiten und weiten Streuung der berichteten Werte (siehe Kapitel 7.3.5), dass die landesspezifischen Werte für Deutschland im Reigen seiner Nachbarländer keine auffälligen Unterschiede in der Größenordnung aufweisen. Deutschland verwendet den höchsten Emissionsfaktor für CO₂ aus der Dränage organischer Böden unter Ackernutzung. Der Wert ist aus nationalen Messungen abgeleitet und reflektiert die sehr viel höhere Intensität der Nutzung und Dränage in Deutschland im Vergleich zu dessen Nachbarstaaten. Bei Landnutzungsänderung zu Acker, gilt für organische Böden sofort der gleiche Emissionsfaktor wie bei Acker, unter gleich bleibender Nutzung.

Kohlenstoffvorratsänderungen in Mineralböden, Biomasse und toter organischer Substanz (nur aus der Umwandlung von Wald zu Acker) werden im deutschen Inventar nur bei Landnutzungsänderungen zu Acker berücksichtigt, nicht bei verbleibender Ackernutzung. Die C-Verluste aus Mineralböden und Biomasse in den deutschen Berechnungen liegen unter dem europäischen Durchschnitt, aber im Mittelfeld der impliziten Emissionsfaktoren der Nachbarländer. Die C-Verluste aus toter organischer Substanz reflektieren u.a. den Anteil des Waldes an den Umwandlungsflächen.

Lachgasemissionen werden als Folge der Bodenkohlenstoffverluste berechnet. Der deutsche Emissionsfaktor liegt über dem europäischen Durchschnitt, wobei Lachgas in einigen Mitgliedsstaaten nicht und in Dänemark, Schweden und Slowenien offensichtlich nicht nur aus Mineralböden berücksichtigt wird.

Tabelle 270: Vergleich impliziter Emissionsfaktoren (IEF) unterschiedlicher Pools im Ackerlandsektor innerhalb Europas für das Jahr 2010 (Ausnahme Deutschland NIR 2013: Vergleichswert 2011)

Mittlere Emissionsfaktoren (IEF) NIR 2012	Verbleibender Acker Organische Böden	Umwandlung zu Acker			
		Mineralböden	Biomasse	Tote org. Substanz	Lachgas
		Mg C ha ⁻¹			kg N ₂ O-N ha ⁻¹
Österreich	NO	-1,00	0,048	-0,169	1,01
Belgien	NO	-1,86	-0,148	-0,005	1,65
Tschechische Republik	NO	-0,35	-0,217	-0,004	0,39
Dänemark	-11,27	0,02	-0,062	-0,031	11,46
Finnland	-4,90	-0,52	-1,011	-0,011	0,31
Frankreich	NO	-0,82	-0,189	-0,019	0,74
Ungarn	NO	-0,64	-0,035	-0,004	0,53
Liechtenstein	IE	-3,91	-1,359	NO	1,18
Luxemburg	NO	-0,58	-0,111	-0,004	0,84
Niederlande	IE	NE	-1,887	-0,118	NE
Polen	-1,00	-0,98	NA,NO	NO	NO
Slowakische Republik	NO	-1,00	-0,474	-0,011	NO
Slowenien	-10,00	-42,67	-20,67	-1,681	37,71
Schweden	-3,76	-0,29	-0,088	-0,075	2,50
Schweiz	-9,52	-0,22	-0,046	-0,001	0,54
Großbritannien	-1,93	-1,19	-0,025	IE,NO	0,25
Europäische Union (15)	-7,44	-0,88	-0,154	-0,017	0,52
Europäische Union (27)	-5,22	-0,91	-0,151	-0,017	0,55
Deutschland	-11,00	-0,64	-0,058	-0,003	0,76
Deutschland NIR 2013	-11,00	-0,66	-0,058	-0,005	1,04

positiv: C-Senke bzw. N₂O-Emission; negativ: C-Quelle bzw. N₂O-Einbindung

7.3.7 Quellspezifische Rückrechnungen (5.B)

Mit der diesjährigen Submission werden quellspezifische Rückrechnungen für den gesamten Berichtszeitraum vorgelegt. Ursache für die Neuberechnung der Emissionsfaktoren waren im Bereich

- Mineralböden: Zur Berechnung der Emissionsfaktoren für mineralische Waldböden, konnten erstmalig die endgültigen Ergebnisse der Waldbodeninventur herangezogen werden. Dadurch ergaben sich neue Emissionsfaktoren für Kohlenstoffvorratsänderungen und Lachgasemissionen in und aus Mineralböden in allen Übergangskategorien von und zu Wald (Kapitel 7.1.5).
- Tote organische Substanz: Zur Berechnung der Emissionsfaktoren konnten erstmalig die endgültigen Ergebnisse der Waldbodeninventur herangezogen werden (Kapitel 7.1.7).
- Biomasse: Methodenänderung bei der Berechnung der unterirdischen Biomasse von Hecken/Gehölzen (Kapitel 7.3.4.2 und Kapitel 19.5.3.1.3), Neubestimmung des Emissionsfaktors für Ackerland durch Korrektur des Kohlenstoffvorrates von Weinstöcken um den Schnittholzanteil sowie Korrektur eines Flächenfehlers bei der Berechnung des mittleren Kohlenstoffvorrates annueller Ackerpflanzen.

Außerdem wurde eine Neuberechnung der Emissionen aller Pools und Landnutzungskategorien für die Jahre 2009 und 2010 notwendig, da die Grundlage für die Berechnung der Aktivitätsdaten geändert wurde (siehe Kapitel 7.1.3). Im Rahmen der Neuberechnung der Emissionsfaktoren sowie der Aktivitätsdaten wurden auch die zugehörigen Unsicherheiten neu bestimmt.

Tabelle 271 und Tabelle 272 verdeutlichen die Auswirkungen der Rückrechnungen. Die Emissionen haben sich in der Verbleib-Kategorie Acker gegenüber der Vorjahressubmission nur bezüglich der Jahre seit 2009 durch die Aktualisierung der Flächendaten geändert. Die Änderung beträgt -0,2 % im Jahr 2010. In den Landnutzungsänderungskategorien zu Acker haben sich die Emissionen infolge der Änderung der Emissionsfaktoren sowie der Aktivitätsdaten in der gesamten Zeitreihe geändert. Es ergibt sich ein Unterschied von -2,4 % für das Jahr 1990, für das Jahr 2010 von 6,4 %. Für die Gesamtemissionen aus dem Ackerland bedingt die Neuberechnung Unterschiede von - 0,5 % für 1990 bzw. 0,8 % für das Jahr 2010.

Tabelle 271: Vergleich der in den Submissionen 2013 und 2012 berichteten Emissionen [Gg CO₂] aus verbleibendem Acker (5.B.1)

[Gg a ⁻¹ CO ₂ -Äqu.]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gesamt 2013	22.256	22.323	22.391	22.458	22.526	22.594	22.661	22.729	22.796	22.864
Gesamt 2012	22.256	22.323	22.391	22.458	22.526	22.594	22.661	22.729	22.796	22.864
Mineralböden 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mineralböden 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2013	22.256	22.323	22.391	22.458	22.526	22.594	22.661	22.729	22.796	22.864
Organische Böden 2012	22.256	22.323	22.391	22.458	22.526	22.594	22.661	22.729	22.796	22.864
Biomasse 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[Gg a ⁻¹ CO ₂ -Äqu.]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2013	22.931	22.964	22.996	23.029	23.061	23.093	23.147	23.200	23.253	23.313
Gesamt 2012	22.931	22.964	22.996	23.029	23.061	23.093	23.147	23.200	23.253	23.317
Mineralböden 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mineralböden 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2013	22.931	22.964	22.996	23.029	23.061	23.093	23.147	23.200	23.253	23.313
Organische Böden 2012	22.931	22.964	22.996	23.029	23.061	23.093	23.147	23.200	23.253	23.317
Biomasse 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[Gg a ⁻¹ CO ₂ -Äqu.]	2010									
Gesamt 2013	23.373									
Gesamt 2012	23.381									
Mineralböden 2013	0									
Mineralböden 2012	0									
Organische Böden 2013	23.373									
Organische Böden 2012	23.381									
Biomasse 2013	0									
Biomasse 2012	0									

positiv: Emission; negativ: Senke

Tabelle 272: Vergleich der in den Submissionen 2013 und 2012 berichteten Emissionen [Gg CO₂] aus Landnutzungsänderungen zu Acker (5.B.2)

[Gg a ⁻¹ CO ₂ -Äqu.]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gesamt 2013	5.414	5.384	5.452	5.353	5.415	5.393	5.364	5.350	5.370	5.344
Gesamt 2012	5.546	5.512	5.578	5.473	5.532	5.505	5.472	5.454	5.470	5.440
Mineralböden 2013	1.366	1.370	1.374	1.378	1.382	1.386	1.390	1.394	1.398	1.403
Mineralböden 2012	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484
Organische Böden 2013	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057
Organische Böden 2012	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057
Biomasse 2013	1.473	1.438	1.502	1.397	1.455	1.428	1.394	1.375	1.391	1.360
Biomasse 2012	1.469	1.435	1.500	1.394	1.452	1.424	1.391	1.372	1.387	1.356
Tote organische Substanz 2013	322	323	324	325	325	326	327	327	328	329
Tote organische Substanz 2012	336	336	337	338	339	340	340	341	342	343
N ₂ O aus Humusverlust 2013	196	196	196	196	196	196	196	196	196	196
N ₂ O aus Humusverlust 2012	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199
[Gg a ⁻¹ CO ₂ -Äqu.]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2013	5.369	3.901	3.955	4.023	3.849	3.886	3.721	3.652	3.566	3.562
Gesamt 2012	5.460	3.978	4.026	4.091	3.909	3.941	3.771	3.697	3.606	3.544
Mineralböden 2013	1.407	1.418	1.429	1.440	1.451	1.462	1.456	1.450	1.444	1.476
Mineralböden 2012	1.484	1.490	1.496	1.502	1.507	1.513	1.503	1.492	1.482	1.435
Organische Böden 2013	2.057	2.041	2.026	2.010	1.994	1.978	1.941	1.904	1.867	1.863
Organische Böden 2012	2.057	2.041	2.026	2.010	1.994	1.978	1.941	1.904	1.867	1.795
Biomasse 2013	1.380	215	273	344	175	215	117	93	51	9
Biomasse 2012	1.375	215	273	347	175	215	118	93	51	115
Tote organische Substanz 2013	329	30	30	30	30	30	8	8	8	13
Tote organische Substanz 2012	344	31	31	32	32	32	8	8	8	8
N ₂ O aus Humusverlust 2013	196	197	198	198	199	200	199	197	196	199
N ₂ O aus Humusverlust 2012	199	200	201	201	202	203	201	199	198	191
[Gg a ⁻¹ CO ₂ -Äqu.]	2010									
Gesamt 2013	3.660									
Gesamt 2012	3.439									
Mineralböden 2013	1.509									
Mineralböden 2012	1.388									
Organische Böden 2013	1.860									
Organische Böden 2012	1.722									
Biomasse 2013	76									
Biomasse 2012	135									
Tote organische Substanz 2013	13									
Tote organische Substanz 2012	8									
N ₂ O aus Humusverlust 2013	203									
N ₂ O aus Humusverlust 2012	185									

7.3.8 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5.B)

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

7.4 Grünland (5.C)

7.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (5. C)

CRF 5.C	Gas	HK	1990		2011		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Grassland	CO ₂	L	-/T2	11.327,5 0,93%	8.768,4 0,95%	-22,59%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS	RS/NS	CS

Die Quellgruppe *Grünland* (5.C) ist für CO₂-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe.

Im Jahre 2011 betrugen die anthropogen bedingten CO₂-Nettoemissionen aus Grünland 8.768 Gg CO₂. Durch die Entwässerung organischer Grünlandböden wurden 11.080 Gg CO₂ freigesetzt. Durch Landnutzungsänderung wurden 1.096 Gg CO₂ in Mineralböden und 1.279 Gg CO₂ in die Biomasse eingebunden. Die Verluste durch Zersetzung von Totholz und Streu aus der Entwaldung betrugen 64 Gg CO₂.

Diese Emissionen bilden die Summe aus den Subkategorien Grünland i.e.S und Gehölze, die sich bezüglich ihrer CO₂-Emissionen sowohl quantitativ, wie auch qualitativ deutlich unterscheiden. So verdeutlichen Abbildung 61 und Abbildung 62, dass Grünland im engeren Sinne eine deutliche CO₂-Quelle ist, deren absolute Größe von 10.642 Gg CO₂ im Wesentlichen von den Emissionen aus den organischen Böden der Verbleibkategorie bestimmt wird. Mit Ausnahme des Mineralbodens, der anhaltend als Senke wirkt, sind die anderen Pools der Subkategorie Grünland i.e.S. CO₂-Quellen. Der Verlauf der Zeitreihe zeigt allerdings einen deutlichen Trend, nämlich die Abnahme der Emissionen um -13 % gegenüber 1990, zurückzuführen auf den kontinuierlichen Rückgang der Emissionen aus den organischen Böden (-5 %) sowie vor allem aus der Biomasse (-75 %) und der toten organischen Substanz (-92 %). Ursache für letzteres ist zum einen die Abnahme der Entwaldung, zum anderen wurden weniger Gehölzflächen in Intensivgrünland konvertiert. Die Kurven der Zeitreihen, insbesondere deutliche Verlaufsänderungen, haben ihre Ursache vor allem in den sich zu den entsprechenden expliziten Erhebungsterminen ändernden Flächendaten (siehe Kapitel 7.1.3.5, Tabelle 233). Dies gilt insbesondere auch für die Subkategorie Gehölze (siehe ebd.).

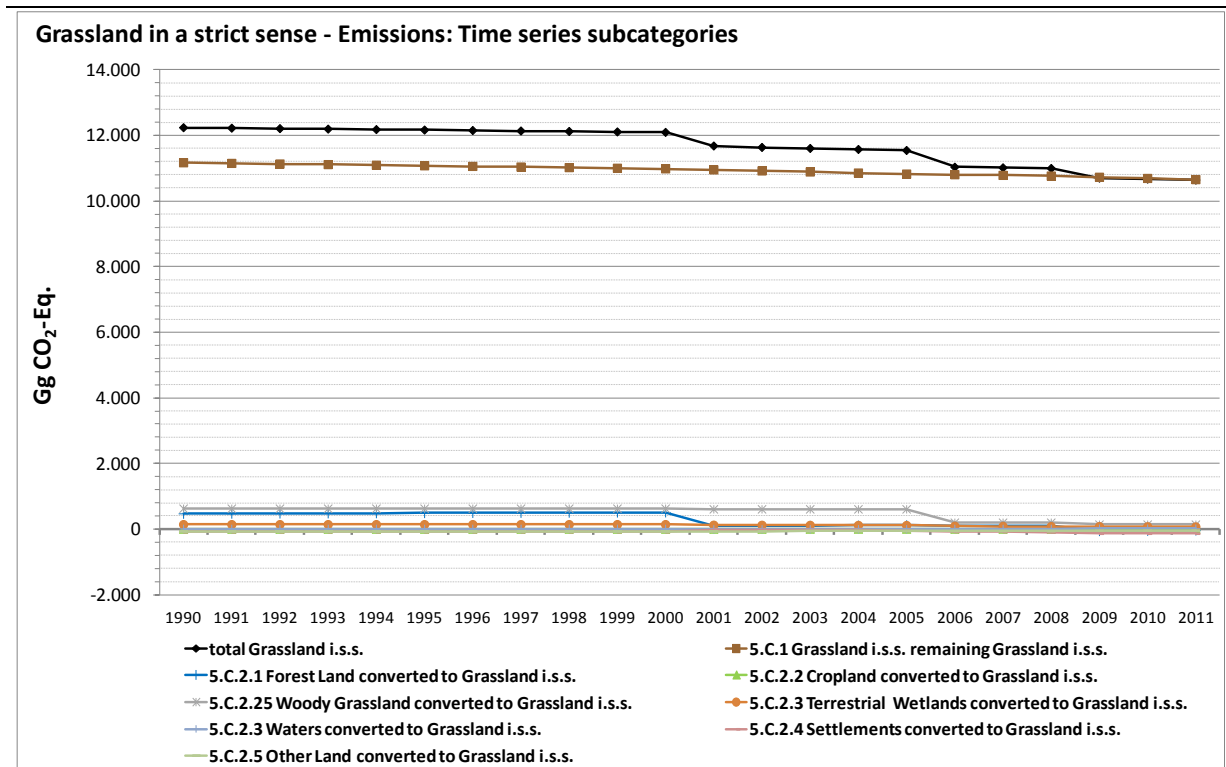


Abbildung 61: CO₂-Emissionen [Gg CO₂-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus dem Grünland i.e.S. Deutschlands von 1990 – 2011, dargestellt nach Subkategorien

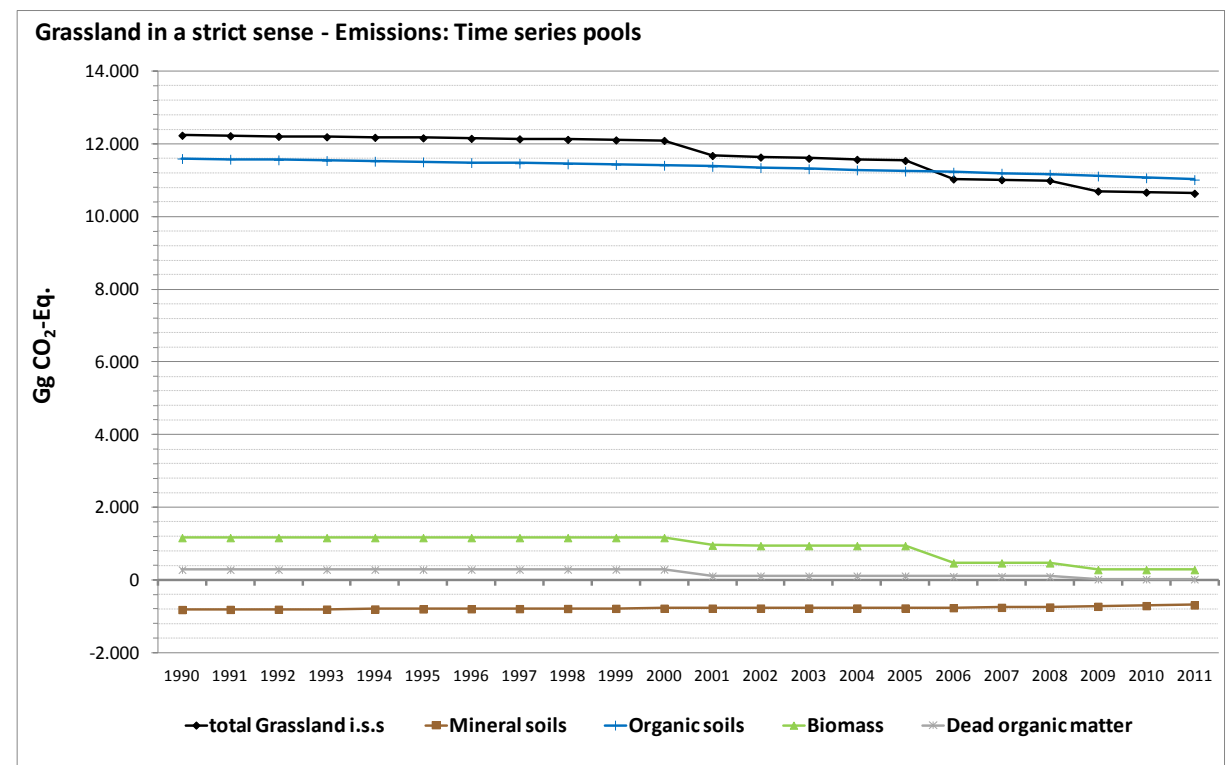


Abbildung 62: CO₂-Emissionen [Gg CO₂-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus dem Grünland i.e.S. Deutschlands von 1990 – 2011, dargestellt nach Pools

Im Gegensatz hierzu wirkt die Subkategorie Gehölze als CO₂-Senke (Abbildung 62 und 62a). 2011 betrug die CO₂-Einbindung in die Pools dieser Kategorie 1.873 Gg CO₂. Der geringen CO₂-Freisetzung durch organische Böden (61 Gg CO₂) und tote organische Substanz (41 Gg

CO₂) stehen eine hohe Festlegung im Mineralboden (-411 Gg CO₂) und insbesondere in der Biomasse (-1.565 Gg CO₂) gegenüber. Seit 1990 hat die Senkenwirkung in dieser Kategorie deutlich zugenommen (106 %), was im Wesentlichen auf die Aufgabe von Ackerflächen zurückzuführen war, die anschließend verbuschten, aber auch auf die Konversion von Grünlandflächen i.e.S. und Abnahme der Entwaldung.

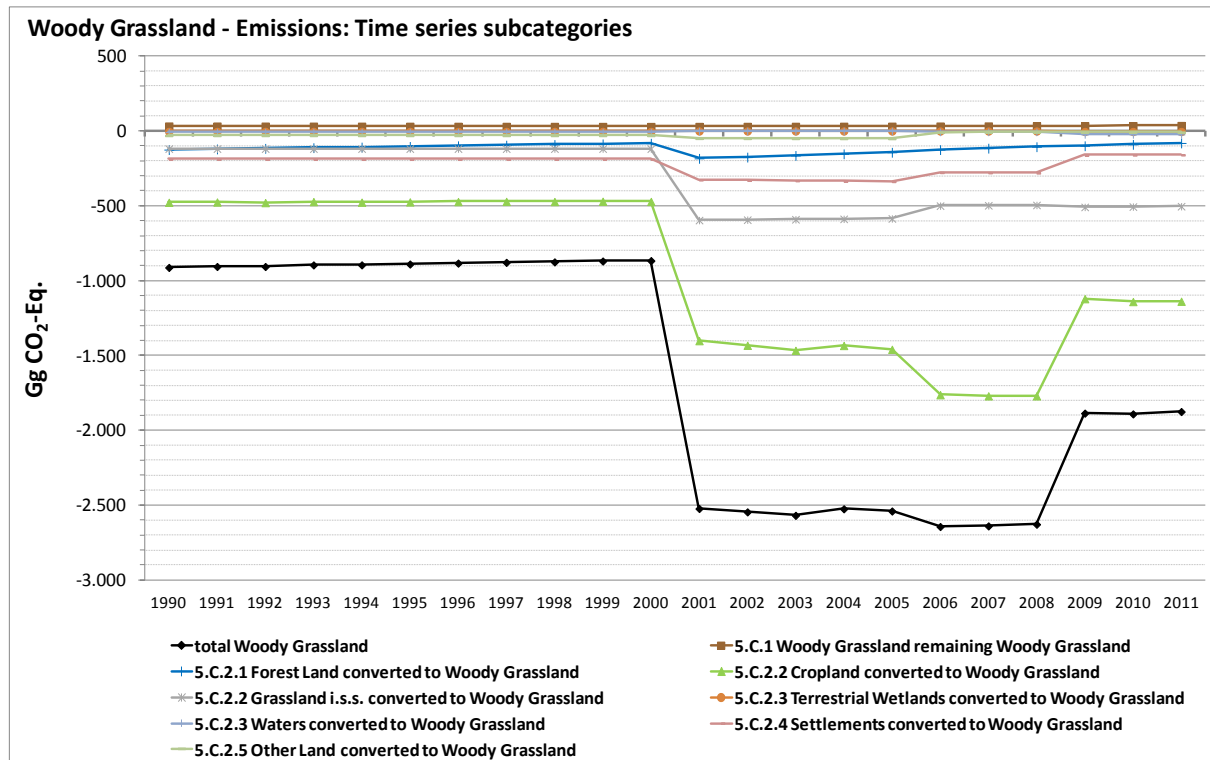


Abbildung 63: CO₂-Emissionen [Gg CO₂-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Gehölzflächen Deutschlands von 1990 – 2011, dargestellt nach Subkategorien

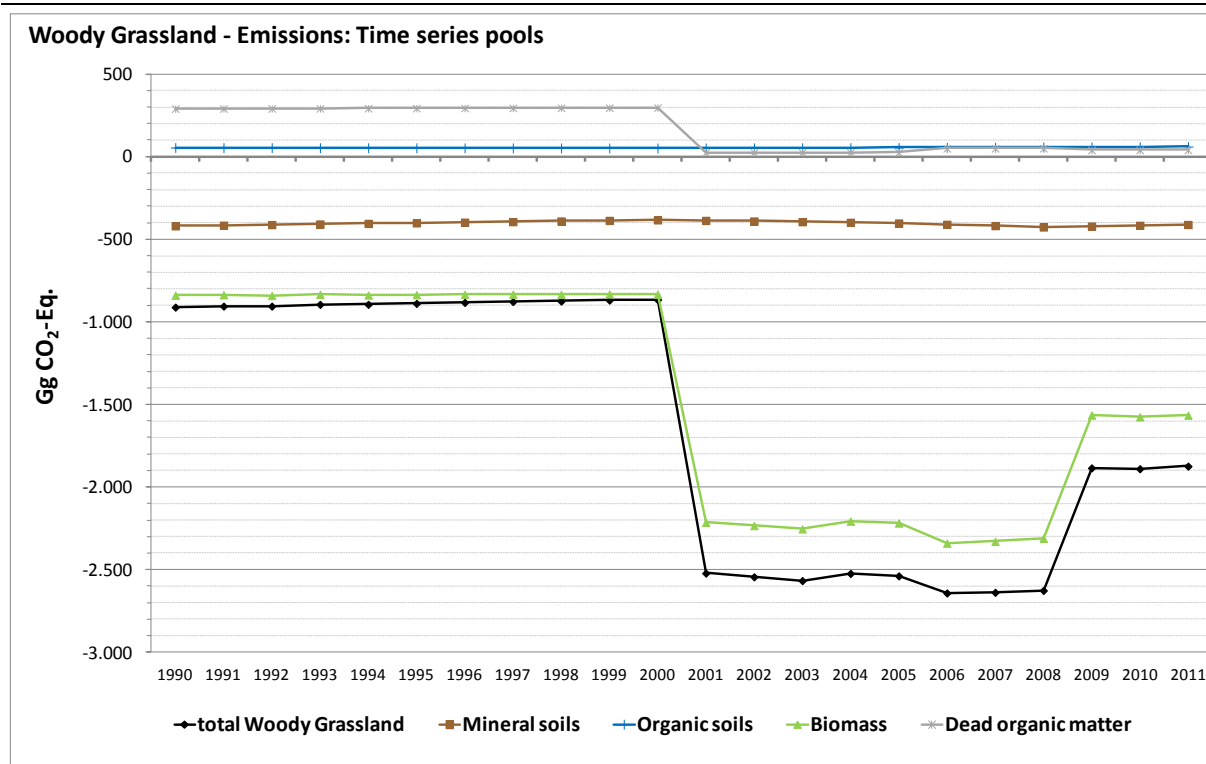


Abbildung 64: CO₂-Emissionen [Gg CO₂-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Gehölzflächen Deutschlands von 1990 – 2011, dargestellt nach Pools

7.4.2 Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.C)

Siehe Kapitel 7.4.3 und Kapitel 7.1.3

7.4.3 Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.C)

Die Definition von Grünland umfasst alle grasbewachsenen Flächen. Außerdem fallen unter diese Kategorie auch mit Gehölzen bewachsene Flächen, die nicht der Walddefinition unterliegen. Desweiteren zählt die Objektart 4106 „Sumpf, Ried“ aus dem Basis-DLM (Kapitel 7.1.3.2.1) dazu, im Folgenden auch als Nassgrünland bezeichnet, bei der es sich um nicht gedrainte organische Böden unter Grünland handelt. Der Anteil von Grünland i.e.S. an der Fläche des gesamten Grünlands beträgt 90 % (davon sind 0,3 % Nassgrünland), der Anteil der Gehölzflächen beträgt 10 %.

Die Subkategorien umfassen folgende Flächennutzung und Pflanzenbestände (siehe Kapitel 7.1.4):

- Wiesen, Weiden, Almen, Hutungen, Heideflächen, naturbelassenes Grünland, Erholungsflächen sowie Sumpf/Ried wurden unter „Grünland im engeren Sinne (Grünland i. e. S.)“ zusammengefasst.
- Hecken, Feldgehölze sowie Strauchbestände bilden die Subkategorie „Gehölze“.

Übergänge zwischen diesen beiden Subkategorien werden wie Landnutzungsänderungen gehandhabt.

Für die Berechnung der Emissionen werden die beiden Subkategorien von Grünland poolspezifisch stratifiziert. Dafür werden flächengewichtete mittlere Kohlenstoffvorräte ermittelt, die im Inventar verwendet werden:

- Berechnung der Biomassevorräte: Stratifizierung innerhalb der Subkategorien nach Kulturarten. Für Grünland i.e.S. sind dies ober- und unterirdische Biomasse von Gräsern bzw. krautigen Pflanzen (Kapitel 7.4.4.2.1); für Gehölze wurde ein Kohlenstoffgleichgewichtswert für Heckenpflanzen und Feldgehölze ermittelt, stratifiziert nach Artenzusammensetzung, Alter, Wuchsdichte und -höhe (Kap. 7.4.4.2.2).
- Berechnung der Emissionen aus Böden: Zeitlich konstante Stratifizierung nach organischen Böden und Mineralböden. Die organischen Böden werden in nicht gedraintes Nassgrünland und Moore unterschieden. Die Mineralböden werden nach Nutzung, Bodentyp bzw. Bodenausgangsgesteinsgruppen und Klimaregion stratifiziert (vergl. Kapitel 19.5.2.2).
- Berechnung der Emissionen aus Landnutzungsänderungen: jährlich aktualisierte Stratifizierung nach Grünland i.e.S. und Gehölze unter verbleibender Nutzung und Land, das in Grünland umgewandelt wurde. Die Daten werden jährlich aus der Landnutzungsinformation übernommen (Kapitel 7.1.4; Kapitel 7.1.3).

7.4.4 Methodische Aspekte (5. C)

7.4.4.1 Datenquellen

- Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Landwirtschaftliche Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung (div. Jgg.)
- Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3.2.1, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Wachstum und Ernte – Feldfrüchte; (div. Jgg.)
- Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3.1.2, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei,– Bodennutzung der Betriebe (Landwirtschaftlich genutzte Flächen); (div. Jgg.)
- 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4 - Agriculture, Forestry and Other Land Use (IPCC 2006)
- „Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung –DüV)“ (Düngeverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S. 221), die zuletzt durch Artikel 18 des Gesetzes vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585) geändert worden ist)(BGBl 2009)
- Zwischenbericht Forschungsprojekt „Methodenentwicklung zur Erfassung der Biomasse mehrjährig verholzter Pflanzen außerhalb von Wäldern“ (PÖPKEN 2011)

7.4.4.2 Biomasse

Zur Berechnung der Kohlenstoffvorratsänderung in der Biomasse bei Landnutzungsänderung von und zu Grünland wurde ein zeitlich konstanter Kohlenstoffvorrat für die Subkategorien Grünland i. e. S. und Gehölze ermittelt. Umwandlungen von Grünland i. e. S. zu Gehölzen und umgekehrt werden wie Landnutzungsänderungen behandelt und als solche in den CRF-Tabellen ausgewiesen.

Für Flächen unter verbleibender Nutzung in den Subkategorien Grünland i. e. S. bzw. Gehölze wird keine Änderung der Kohlenstoffvorräte in der Biomasse ausgewiesen, da ein Gleichgewichtszustand auch für die Kohlenstoffflüsse mit der Gehölzbiomasse in diesen Kategorien unterstellt wird. Dies begründet sich in den für Feld- und Heckengehölze Deutschlands ermittelten repräsentativen „Gleichgewichtskohlenstoffvorräten“. Die Biomasse von für Deutschland repräsentativen Feld- und Heckengehölzen wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes für Hecken unterschiedlichster Zusammensetzung, Wuchsdichte, -höhe und -alter bestimmt (siehe Kapitel 7.4.4.2.2). Auf diese Art und Weise konnte ein repräsentativer Gleichgewichtskohlenstoffvorrat für Hecken und Feldgehölze ermittelt werden, da über alle unterschiedlichen Altersklassen, Gehölzarten sowie Ausprägungen und Zusammensetzungen summiert wurde. Die Umtriebszeiten für die Gehölzpflanzen sind relativ kurz (ca. 10 – 12 Jahre), so dass es zwar häufig zu einer Erneuerung der Bestände kommt, jedoch aus dem bei der Herleitung der Emissionsfaktoren berücksichtigten Pool. Es besteht ein dynamisches Gleichgewicht zwischen Pflanzung, Wachstum, Schnitt und Erneuerung. Daher werden im Falle von Landnutzungsänderungen hin zu Flächen mit Gehölzen die Kohlenstoffvorräte in der Gehölzbiomasse vollständig im Jahr der Landnutzungsänderung berichtet. Dieses Gleichgewicht wird im Sinne der Veränderungen von Kohlenstoffvorräten nur durch Änderung der Bestandesflächen gestört. Diese werden als Landnutzungsänderungen erfasst und die damit in Zusammenhang stehenden Emissionen berichtet.

Die Berechnung der CO₂-Emissionen aus der Biomasse infolge Landnutzungsänderung ist in Kapitel 7.1.7 und die Ermittlung der Aktivitätsdaten in Kapitel 7.1.3 dargestellt. Die Emissionsfaktoren von 1990 bis 2011 und deren Unsicherheiten zeigt Tabelle 276 und Tabelle 277 in Kapitel 7.4.5.

7.4.4.2.1 Grünland im engeren Sinne (i.e.S.)

Grünland i.e.S. ist gehölzfrei. Der Kohlenstoffvorrat für die ober- und unterirdische Biomasse von Grünland i.e.S. wurde auf Basis der Ernteerhebungen des statistischen Bundesamtes errechnet. In die Berechnungen für Grünland i. e. S. gehen die Erträge und Flächen aller Wiesen, Mähweiden, Weiden, Almen und Hutungen ein. Da sich in den Ernteerhebungen kein signifikanter Trend in Erträgen ergab, wurde ein zeitlich konstanter Kohlenstoffvorrat berechnet. Die Ableitung der trockenen Biomasse einzelner Pflanzenteile aus den Ernteerträgen erfolgt für annuelle Kulturen nach HAENEL et al. (2012), mittels Verhältniszahlen und Wassergehaltsangaben aus diversen Quellen.

Für die Berechnung des Kohlenstoffvorrats der Biomasse wurde, abweichend vom IPCC – Defaultwert (50 Gew-%), ein durchschnittlicher Kohlenstoffgehalt derselben von 45 Gew-% angenommen, da OSOWSKI et al. (2004) Kohlenstoffgehalte für Pflanzen in Mitteleuropa von 44 – 48 Gew-% ausweisen und PÖPKEN (2011), bei ihren Untersuchungen von Nutzgehölzpflanzen für das deutsche Inventar, ebenfalls mittlere Werte von 45 – 46 % ermittelte.

Für Grünland i. e. S. ergibt sich ein flächenbezogener Kohlenstoffvorrat entsprechend Tabelle 273.

Tabelle 273: Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha^{-1}] von Grünland im engeren Sinne ($\pm$ Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)

Grünland i.e.S.	Kohlenstoffvorrat [Mg C ha^{-1}]		
	Bio _{total}	Bio _{oberirdisch}	Bio _{unterirdisch}
Grünland i.e.S.	6,69 $\pm$ 1,64	4,36 $\pm$ 0,21	2,33 $\pm$ 1,62

7.4.4.2.2 Gehölze

Zur Bestimmung des Kohlenstoffvorrates in Hecken wurden von PÖPKEN (2011) im Rahmen des Forschungsprojektes „Methodenentwicklung zur Erfassung der Biomasse mehrjährig verholzter Pflanzen außerhalb von Waldflächen“ bisher 40 Hecken untersucht. Die Ausprägung der aufgenommenen Hecken variierte bezüglich:

1. des Alters

- ca. 4 – 20 Jahre

2. der Ausdehnung

- Höhe ca. 2 - 8 m
- Tiefe ca. 1 – 6 m
- Länge ca. 100 – 500 m

3. der Artenzusammensetzung

- typische Heckenpflanzen, wie Hundsrose (*Rosa canina*), Schlehe (*Prunus spinosa*), Hasel (*Corylus avellana*), Holunder (*Sambucus spec.*), Rot- und Weißdorn (*Crataegus spec.*), Heckenkirschen (*Lonicera spec.*) Weiden (*Salix spec.*)
- Bäume, wie Feldahorn (*Acer campestre*), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Weide (*Salix spec.*), Buche (*Fagus silvatica*), Linde (*Tilia spec.*) und Ulme (*Ulmus spec.*),

so dass ein repräsentatives Spektrum dieser Feldgehölze erfasst wurde. An diesen Gehölzproben wurden im Labor die Masse, der Wasser- und Kohlenstoffgehalt gemessen, so dass der absolute und der flächenbezogene Kohlenstoffvorrat in Verbindung mit den Feldmaßen ermittelt werden konnte (siehe Tabelle 274).

Bei der Untersuchung von PÖPKEN (2011) konnte aus Gründen des Naturschutzes lediglich die oberirdische Biomasse erfasst werden. Zur Abschätzung der unterirdischen Biomasse wurden für diese Submission, im Gegensatz zum vergangenen Jahr nicht die in einer Tabelle zusammengefassten Wurzel-/Spross-Verhältnisse von MOKANY et al. (2006) verwendet, sondern deren spezielle, ebenfalls zu diesem Zwecke abgeleitete Regressionsgleichung für Gehölzpflanzen:

$$Bio_{below} = 0,489 * Bio_{above}^{0,890} \text{ (MOKANY et al. 2006)}$$

$$R^2 = 0,93$$

Bio_{below}: Unterirdische Biomasse in Mg C ha^{-1}

Bio_{above}: Oberirdische Biomasse in Mg C ha^{-1}

Dadurch konnte das in den Grenzbereichen der Klassen auftretende Paradoxon verhindert werden, welches absolut deutlich höhere Vorräte an unterirdischer, bei deutlich geringerer oberirdischer Biomasse bedingte. Dies führte gegenüber dem Vorjahr ($11,43 \text{ Mg C ha}^{-1}$) zu geringfügig veränderten Kohlenstoffvorräten in der unterirdischen Biomasse der Feld und Heckengehölze ($11,66 \text{ Mg C ha}^{-1}$).

Tabelle 274: Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha^{-1}] in der Biomasse von Gehölzen (Range)

Gehölze	Kohlenstoffvorrat [Mg C ha^{-1}]		
	Bio _{oberirdisch}	Bio _{unterirdisch}	Bio _{total}
Gehölze	35,27 (4,5 - 125,8)	11,66 (1,9 – 36,1)	46,93 (6,3 – 162,0)

7.4.4.3 Mineralische Böden

Für Flächen unter verbleibender Nutzung wird keine Änderung der Kohlenstoffvorräte in Mineralböden ausgewiesen. Die Konstanz der Kohlenstoffvorräte ist mit Ergebnissen von 42 deutschen Bodendauerbeobachtungsflächen begründet (HÖPER und SCHÄFER 2012, FORTMANN et al. (in Veröffentlichung) und BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT 2007). Die Langzeitbeobachtungen umfassen einen Zeitraum von 20 - 25 Jahren. Der Großteil der Untersuchungsflächen zeigte während dieses Zeitraumes keine Veränderungen in den Kohlenstoffvorräten der Mineralböden; einige der Böden zeigten geringe Abnahmen, andere leichte Zunahmen, zahlenmäßig und absolut in etwa gleichem Umfang. Die Berechnung der CO_2 -Emissionen infolge der Umwandlung von Landflächen in Grünland i. e. S. bzw. Gehölze ist in Kapitel 7.1.5, die Emissionsfaktoren auch in den Tabelle 276 und Tabelle 277 in Kapitel 7.4.5, die Herleitung der Emissionsfaktoren in Kapitel 19.5.2 beschrieben.

7.4.4.4 Organische Böden

Die jährlichen Emissionen aus verbleibendem Grünland werden mit folgenden partiellen Emissionsfaktoren berechnet:

Grünland i.e.S.: $\text{EF} = 5 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$

Sumpf, Ried: $\text{EF} = 0 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$

Gehölze: $\text{EF} = 0,68 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (gleicher Wert wie bei Wald)

Die undrainierte Fläche für Nassgrünland ist in der Zeitreihe konstant, die für Grünland i. e. S. variiert dagegen. Daraus ergibt sich ein jährlich leicht variierender mittlerer Emissionsfaktor für die Subkategorie Grünland i. e. S. entsprechend Tabelle 275.

Tabelle 275: Mittlerer Emissionsfaktor für die Subkategorie Grünland i. e. S. [$\text{Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$]

Implizite Emissionsfaktoren organische Böden _{Grünland i.e.S.} [Mg C ha ⁻¹ a ⁻¹]											
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
IEF	-4,866	-4,866	-4,865	-4,865	-4,865	-4,865	-4,865	-4,864	-4,864	-4,864	-4,864
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
IEF	-4,863	-4,863	-4,863	-4,862	-4,862	-4,862	-4,861	-4,861	-4,861	-4,860	-4,860

Die jährlichen Emissionen nach Landnutzungsänderung zu Grünland werden wie die Emissionen aus Wirtschaftsgrünland unter verbleibender Nutzung berechnet. Die Berechnung der CO_2 -Emissionen aus organischen Böden infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung sowie die Herleitung der entsprechenden Emissionsfaktoren ist in Kapitel 7.1.6 beschrieben.

N_2O -Emissionen aus organischen Böden unter Grünland i. e. S. werden im Sektor „Landwirtschaft“ unter 4.D.1.5 „Cultivation of Histosols“ berichtet (siehe Kapitel 6.5.2). Um Doppelzählungen zu vermeiden, werden N_2O -Emissionen aus organischen Böden infolge der Konversion zu Grünland i. e. S. in den LULUCF-Tabellen deshalb mit dem Notationsschlüssel „IE“ versehen.

7.4.4.5 Kalkung

Kalkung von Grünland wird in der nationalen Datengrundlage nicht extra ausgewiesen, so dass Kalkung komplett dem Ackerland zugewiesen wird (siehe Kapitel 7.3.4.5).

7.4.5 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. C)

In Tabelle 276 und Tabelle 277 sind die Unsicherheiten bezüglich der Emissionsfaktoren für die Grünlandsubkategorien Grünland i. e. S. und Gehölze dargestellt. Die Verteilungsfunktionen sind in der Regel logarithmisch normalverteilt und werden durch die obere und untere Schranke charakterisiert. Die Unsicherheiten bewegen sich in den Mineralböden beider Subkategorien in der gleichen Größenordnung. Bezüglich der Biomasse sind die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren in Gehölzen größer. Diese spiegeln die große Variationsbreite von derartigen Gehölzflächen in Deutschland wieder.

Die in Tabelle 376 in Kapitel 19.5.4 dargestellten Unsicherheiten für die Aktivitätsdaten sind normalverteilt. Die Hälfte des 95 % - Konfidenzintervalls beträgt zwischen 1,7 – 147 %. Auch hier ist die Unsicherheit abhängig von der Stichprobengröße, somit dem Flächenanteil. Flächengewichtet beträgt die Gesamtunsicherheit der Aktivitätsdaten in der Grünlandkategorie 1,7 %. Gemessen an den Gesamtemissionen zeigt Tabelle 376 in Kapitel 19.5.4, dass die Emissionen aus den organischen Böden unter Grünland, wie auch die Biomasse einen deutlichen Beitrag zur Emission und Gesamtunsicherheit des LULUCF-Inventars leisten.

Tabelle 276: Emissionsfaktoren [$\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$] mit Unsicherheiten [% vom Lagemaß] zur Berechnung der THG-Emissionen 2011 aus Grünland i. e. S.

Grünland _{i.e.S.} Landnutzung _{vor} Mineralboden $\text{CO}_2\text{-C}^{88}$	Fläche Landnutzung _{nach}	Emissionsfaktor [$\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]	Schranken	
			obere [%]	untere [%]
Wald	Grünland _{i.e.S.}	0,92	43	26
Acker	Grünland _{i.e.S.}	0,87	49	30
Gehölze	Grünland _{i.e.S.}	0,21	57	32
Terr. Feuchtgebiete	Grünland _{i.e.S.}	0,17	47	32
Gewässer	Grünland _{i.e.S.}	0,00	78	46
Siedlungen	Grünland _{i.e.S.}	0,94	57	33
Sonstige Fläche	Grünland _{i.e.S.}	1,09	60	33
Organischer Boden (jährlich)		[$\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]	[%]	[%]
	Grünland _{i.e.S.}	Kapitel 7.4.4.4	50	50
Biomasse⁸⁹		[$\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]	[%]	[%]
Wald	Grünland _{i.e.S.}	-25,95	31	231
Acker	Grünland _{i.e.S.}	-0,86	13	13
Gehölze	Grünland _{i.e.S.}	-40,25	163	55
Terr. Feuchtgebiete	Grünland _{i.e.S.}	-13,42	109	38
Gewässer	Grünland _{i.e.S.}	6,69	25	25
Siedlungen	Grünland _{i.e.S.}	-6,72	109	38
Sonstige Fläche	Grünland _{i.e.S.}	6,69	25	25
Tote organische Substanz⁹⁰		[$\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]	[%]	[%]
Wald	Grünland _{i.e.S.}	-21,03	3	3

Wald, Acker: jährlich variabel; alle anderen Faktoren sind konstant

Die Berechnungen sind für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 – 2011 räumlich und zeitlich konsistent und vollständig.

⁸⁸ Berechnung über 20 Jahre

⁸⁹ Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

⁹⁰ Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

Tabelle 277: Emissionsfaktoren [$\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$] mit Unsicherheiten [% vom Lagemaß] zur Berechnung der THG-Emissionen 2011 aus Gehölzflächen

Gehölze Landnutzung _{vor} Mineralboden $\text{CO}_2\text{-C}^{91}$	Fläche Landnutzung _{nach}	Emissionsfaktor [$\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]	Schranken	
			obere [%]	untere [%]
Wald	Gehölze	0,72	45	23
Acker	Gehölze	0,66	51	28
Grünland i. e. S.	Gehölze	-0,21	57	32
Terr. Feuchtgebiete	Gehölze	-0,04	49	31
Gewässer	Gehölze	0,00	83	43
Siedlungen	Gehölze	0,73	60	31
Sonstige Fläche	Gehölze	0,88	62	31
Organischer Boden		[$\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]	[%]	[%]
	Gehölze	-0,68	181	40
Biomasse⁹²		[$\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]	[%]	[%]
Wald	Gehölze	14,30	111	40
Acker	Gehölze	39,39	163	55
Grünland i. e. S.	Gehölze	40,25	163	55
Terr. Feuchtgebiete	Gehölze	26,83	116	39
Gewässer	Gehölze	46,93	186	63
Siedlungen	Gehölze	33,53	149	51
Sonstige Fläche	Gehölze	46,93	186	63
Tote organische Substanz⁹³		[$\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]	[%]	[%]
Wald	Gehölze	-21,03	3	3

Wald, Acker: jährlich variabel; alle anderen Faktoren sind konstant

Die Berechnungen sind für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 – 2011 räumlich und zeitlich konsistent und vollständig.

7.4.6 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. C)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden gemäß der "Ausführungsbestimmung zur Erstellung von Emissions- und Kohlenstoffinventaren und deren Qualitätsmanagement für den Bereich der Quellgruppen 4 und 5 - Anlage zum Konzept Emissions- und Kohlenstoffinventare im nachgeordneten Bereich des BMELV vom 01.03.2012" (Version 1.01, Stand vom 31.08.2012; Thünen-Institut 2012) durchgeführt, entsprechend den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen.

Die zur Erstellung dieses Inventars verwendeten Datenquellen erfüllen die Prüfkriterien des QSE – Handbuchs für Datenquellen. Bezüglich der Qualitätssicherung der Eingangsdaten (ATKIS®, BÜK, Officialstatistik) wird auf die Datenhalter verwiesen (Dokumentation in Inventarbeschreibung).

Die Ergebnisse der Emissionsberechnung der aktuellen Berichterstattung können mit anderen Datenquellen für Deutschland nicht verglichen werden, da solche flächendeckend, umfassend und unabhängig von den hier aufgeführten Methoden und Datenquellen nicht existieren. Der in Tabelle 278 aufgeführte innereuropäische Vergleich der impliziten Emissionsfaktoren zeigt, dass Deutschland, nach der Schweiz und den Niederlanden, den

⁹¹ Berechnung über 20 Jahre

⁹² Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

⁹³ Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

drithöchsten Emissionsfaktor für CO₂ aus der Drainage organischer Böden unter Grünlandnutzung verwendet. Dieser Wert ist allerdings ein flächengewichteter Mischwert aus –5 Mg C ha⁻¹ a⁻¹ aus dem Grünland i.e.S. und -0,68 Mg C ha⁻¹ a⁻¹ aus Gehölzflächen (Kapitel 7.4.4.4). Bei Landnutzungsänderung zu Grünland gilt bei organischen Böden sofort der gleiche Emissionsfaktor wie bei Grünland unter gleichbleibender Nutzung.

In der Kategorie „Grünland bleibt Grünland“ beziehen sich Kohlenstoffvorratsänderungen in Mineralböden und Biomasse für Deutschland auf Änderungen zwischen Grünland i.e.S. und Gehölzflächen. Die mittleren Emissionsfaktoren sind sehr niedrig, da nur ein kleiner Flächenanteil betroffen ist. Diese Änderungen werden national unterschiedlich gehandhabt, so dass die mittleren Emissionsfaktoren zwischen den Staaten nicht direkt vergleichbar sind. Die meisten EU-Staaten weisen wie Deutschland Kohlenstoffsenken in Mineralböden und Biomasse unter Grünland aus.

Die Landnutzungsänderung zu Grünland führt in Deutschland zu starken C-Senken in Mineralböden und Biomasse, die über den Durchschnittswerten der EU liegen, insbesondere bezüglich der Biomasse. Letzteres liegt daran, dass ein bedeutender Anteil der Landnutzungsänderung in Deutschland auf die Umwandlung zu Gehölzen entfällt. In den Nachbarstaaten streuen die mittleren Emissionsfaktoren von C-Quellen bis C-Senken, die ohne Kenntnis der Anteile der jeweiligen Ausgangsnutzungskategorien nicht erklärt werden können.

Tabelle 278: Vergleich impliziter Emissionsfaktoren (IEF) unterschiedlicher Pools im Grünland zwischen Deutschland und europäischen Nachbarstaaten für das Jahr 2010 (Ausnahme Deutschland NIR 2013: Vergleichswert 2011)

Implizite Emissionsfaktoren (IEF) Grünland NIR 2012	Verbleibendes Grünland			Landnutzungsänderung zu Grünland			
	Organische Böden	Mineralböden	Biomasse	Organische Böden	Mineralböden	Biomasse	Tote org. Substanz
Mg C ha ⁻¹							
Österreich	IE	0,014	NO	NO	0,725	-0,886	-1,012
Belgien	NO	-0,173	NO	NO	1,728	-0,337	-0,030
Tschechien	NO	NO	NO	NA,NO	0,482	0,004	-0,001
Dänemark	-1,000	NA	-0,006	-1,250	-0,025	-0,123	-0,011
Finnland	-3,200	0,084	NE	-3,200	0,940	-0,448	-0,005
Frankreich	NO	NO	NO	NO	0,727	-0,089	-0,013
Ungarn	NO	-0,101	NO	NO	0,544	-0,639	-0,003
Liechtenstein	IE	-0,101	0,007	IE	1,456	-20,982	-0,676
Luxemburg	NO	NO	NO	NO	1,236	-1,786	-0,026
Niederlande	-5,892	NO	NE	NE	NE	-1,062	-1,323
Polen	-0,252	-0,029	NO	IE,NO	0,996	NO	NO
Slowakische Republik	NO	NO	NO	NO	0,973	-0,144	-0,019
Schweden	-1,602	0,183	0,171	-1,600	0,383	0,559	-0,243
Schweiz	-8,833	0,005	0,002	-8,531	0,636	-0,957	-0,412
Großbritannien und Nordirland	NO	0,135	NO	IE,NO,NE	0,658	-0,003	IE,NO,NE
Europäische Union (15)	-3,705	0,024	0,012	-2,867	0,725	-0,041	-0,023
Europäische Union (27)	-2,160	0,016	0,009	-2,622	0,680	-0,065	-0,022
Deutschland	-4,753	0,001	0,006	-3,653	0,757	0,663	-0,029
Deutschland NIR 2013	-4,747	0,001	0,019	-3,644	0,788	0,590	-0,104

positiv: C-Senke bzw. N₂O-Emission; negativ: C-Quelle bzw. N₂O-Einbindung

7.4.7 Quellspezifische Rückrechnungen (5. C)

Aufgrund der Neuberechnung der Emissionsfaktoren für Mineralböden, für die tote organische Substanz sowie für die Biomasse, werden mit der diesjährigen Submission quellspezifische Rückrechnungen für den gesamten Berichtszeitraum vorgelegt. Ursache für die Neuberechnung der Emissionsfaktoren waren im Bereich

- Mineralboden: Zur Berechnung der Emissionsfaktoren für mineralische Waldböden, konnten erstmalig die endgültigen Ergebnisse der Waldbodeninventur herangezogen werden. Dadurch ergaben sich neue Emissionsfaktoren für Kohlenstoffvorratsänderungen und Lachgasemissionen in und aus Mineralböden in allen Übergangskategorien von und zu Wald (Kapitel 7.1.5).
- Tote organische Substanz: Zur Berechnung der Emissionsfaktoren konnten erstmalig die endgültigen Ergebnisse der Waldbodeninventur herangezogen werden (Kapitel 7.1.7).
- Biomasse: Methodenänderung bei der Berechnung der unterirdischen Biomasse von Hecken/Gehölzen (Kapitel 7.3.4.2 und Kapitel 19.5.3), Neubestimmung des Emissionsfaktors für Ackerland durch Korrektur des Kohlenstoffvorrates von Weinstöcken um den Schnittholzanteil sowie Korrektur eines Flächenfehlers bei der Berechnung des mittleren Kohlenstoffvorrates annueller Ackerpflanzen.

Außerdem wurde eine Neuberechnung der Emissionen aller Pools und Landnutzungskategorien für die Jahre 2009 und 2010 notwendig, da die Grundlage für die Berechnung der Aktivitätsdaten geändert wurde (siehe Kapitel 7.1.3). Im Rahmen der Neuberechnung der Emissionsfaktoren sowie der Aktivitätsdaten wurden auch die zugehörigen Unsicherheiten neu bestimmt.

Tabelle 279 und Tabelle 280 verdeutlichen die Auswirkungen der Rückrechnungen. Die Unterschiede bezüglich der Gesamtemissionen aus dem Grünlandsektor gegenüber der Vorjahressubmission betragen für das Jahr 1990 2,0 % für 2010 2,7 %.

Tabelle 279: Vergleich der in den Submissionen 2013 und 2012 berichteten Emissionen [Gg CO₂] aus verbleibendem Grünland (5.C.1)

[Gg CO ₂ a-1]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gesamt 2013	11.708	11.689	11.670	11.651	11.632	11.614	11.595	11.576	11.557	11.536
Gesamt 2012	11.705	11.686	11.667	11.649	11.630	11.611	11.592	11.573	11.555	9.920
Mineralböden 2013	-49	-49	-49	-49	-49	-49	-49	-49	-49	-49
Mineralböden 2012	-49	-49	-49	-49	-49	-49	-49	-49	-49	0
Organische Böden 2013	11.270	11.252	11.233	11.214	11.195	11.177	11.158	11.139	11.120	11.101
Organische Böden 2012	11.270	11.252	11.233	11.214	11.195	11.177	11.158	11.139	11.120	13.290
Biomasse 2013	486	486	486	486	486	486	486	486	486	483
Biomasse 2012	483	483	483	483	483	483	483	483	483	-3.371
[Gg CO ₂ - a-1]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2013	11.520	10.991	10.962	10.933	10.905	10.876	10.535	10.518	10.500	10.393
Gesamt 2012	11.517	10.991	10.962	10.933	10.905	10.876	10.537	10.519	10.502	10.708
Mineralböden 2013	-49	-47	-44	-41	-39	-36	-32	-28	-24	-19
Mineralböden 2012	-49	-47	-44	-41	-39	-36	-32	-28	-24	-21
Organische Böden 2013	11.083	11.051	11.020	10.989	10.957	10.926	10.905	10.884	10.862	10.824
Organische Böden 2012	11.083	11.051	11.020	10.989	10.957	10.926	10.905	10.884	10.862	10.861
Biomasse 2013	486	-14	-14	-14	-14	-14	-338	-338	-338	-412
Biomasse 2012	483	-14	-14	-14	-14	-14	-336	-336	-336	-131
[Gg CO ₂ - a-1]	2010									
Gesamt 2013	10.359									
Gesamt 2012	10.710									
Mineralböden 2013	-15									
Mineralböden 2012	-18									
Organische Böden 2013	10.786									
Organische Böden 2012	10.859									
Biomasse 2013	-412									
Biomasse 2012	-131									

positiv: Emission; negativ: Senke

Tabelle 280: Vergleich der in der Submission 2013 und 2012 berichteten Emissionen [Gg CO₂] aus Landnutzungsänderungen zu Grünland (5.C.2)

[Gg CO ₂ a-1]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gesamt 2013	-380	-369	-365	-350	-345	-335	-324	-315	-307	-297
Gesamt 2012	-144	-139	-143	-134	-137	-134	-130	-127	-126	-123
Mineralböden 2013	-1.182	-1.175	-1.167	-1.160	-1.153	-1.146	-1.139	-1.131	-1.124	-1.117
Mineralböden 2012	-973	-973	-973	-973	-973	-973	-973	-973	-973	-973
Organische Böden 2013	383	383	383	383	383	383	383	383	383	383
Organische Böden 2012	383	383	383	383	383	383	383	383	383	383
Biomasse 2013	-158	-156	-160	-153	-157	-155	-153	-152	-153	-151
Biomasse 2012	-154	-151	-156	-149	-153	-151	-149	-147	-148	-146
Tote organische Substanz 2013	577	578	579	580	582	583	584	585	587	588
Tote organische Substanz 2012	600	602	603	605	606	607	609	610	612	613
[Gg CO ₂ a-1]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2012	-290	-1.831	-1.868	-1.893	-1.852	-1.869	-2.141	-2.139	-2.130	-1.575
Gesamt 2011	-123	-1.691	-1.737	-1.772	-1.738	-1.765	-2.042	-2.048	-2.046	-1.647
Mineralböden 2012	-1.110	-1.114	-1.119	-1.124	-1.130	-1.135	-1.138	-1.142	-1.145	-1.125
Mineralböden 2011	-973	-987	-1.001	-1.015	-1.029	-1.044	-1.055	-1.066	-1.077	-1.067
Organische Böden 2012	383	383	383	382	382	381	375	369	363	353
Organische Böden 2011	383	383	383	382	382	381	375	369	363	352
Biomasse 2012	-152	-1.242	-1.274	-1.293	-1.247	-1.258	-1.530	-1.519	-1.501	-866
Biomasse 2011	-148	-1.235	-1.267	-1.287	-1.240	-1.251	-1.521	-1.510	-1.492	-976
Tote organische Substanz 2012	589	142	142	142	142	143	152	152	153	64
Tote organische Substanz 2011	615	148	148	148	149	149	159	159	160	44
[Gg CO ₂ a-1]	2010									
Gesamt 2012	-1.576									
Gesamt 2011	-1.660									
Mineralböden 2012	-1.105									
Mineralböden 2011	-1.057									
Organische Böden 2012	342									
Organische Böden 2011	342									
Biomasse 2012	-877									
Biomasse 2011	-988									
Tote organische Substanz 2012	64									
Tote organische Substanz 2011	44									

positiv: Emission; negativ: Senke

7.4.8 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5. C)

Zusätzlich wird der bisher vorläufige Emissionsfaktor für Gehölzbiomasse verbessert, da Ergebnisse von zehn weiteren Gehölzbeständen den bisher untersuchten zugefügt werden können.

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

7.5 Wetland (5.D)

7.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (5. D)

CRF 5.D	Gas	HK	1990		2011		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Wetlands (5.D)	CO ₂	-	-/T2	2.233,2 0,18%	2.128,1 0,23%	-4,70%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS/Tier 1	RS/NS	CS/D
CH ₄	Tier 1		
N ₂ O	Tier 1		

Die Quellgruppe Wetlands ist eine Hauptkategorie nach der Tier-2-Analyse für CO₂-Emissionen.

In der Kategorie Feuchtgebiete finden sich für Deutschland im Wesentlichen die wenigen, kaum vom Menschen beeinflussten, nicht drainierten, naturnahen Moorstandorte, sonstige Feuchtgebiete und Gewässer ohne anthropogene Treibhausgasemissionen sowie die Torfabbauflächen zur Gewinnung von Gartenbautorfen.

Wasserspeicher (Stauseen, Speicherbecken usw.) und Absatzbecken, die der Energiegewinnung, Beregnung, Schifffahrt und Erholung dienen, welche überflutet bzw. trockengelegt wurden, bzw. sehr große Wasserstandsschwankungen aufweisen, sind flächenmäßig in Deutschland nicht von Bedeutung und sind auf Tier-1-Niveau nicht berichtspflichtig.

Über Emissionen aus dem Torfabbau wird ausschließlich unter verbleibenden Feuchtgebieten berichtet; über die Veränderungen im Kohlenstoffvorrat der ober- und unterirdischen Biomasse sowie der Böden, in den Landnutzungsänderungskategorien.

Aus Feuchtgebieten wurden im Jahr 2011 2.128 Gg CO₂ freigesetzt. Dies ist die Summe der Emissionen aus der Verbleibkategorie in Höhe von 2.021 Gg CO₂ durch den industriellen Torfabbau und den Emissionen aus den Landnutzungsänderungskategorien. Letztere setzen sich zusammen aus 111 Gg CO₂ aus der Biomasse sowie einer Einbindung in die Mineralböden von 4 Gg CO₂. Die Emissionen aus dem Torfabbau umfassen die Emissionen, die auf den Abbauflächen während der Torfgewinnung entstanden sind (on-site-Emissionen: 15 Gg CO₂), sowie diejenigen, welche durch Ausbringung der gewonnenen Torfprodukte für den Gartenbau (off-site-Emissionen: 2.006 Gg CO₂) freigesetzt wurden.

Der Verlauf der Zeitreihen in Abbildung 65 und Abbildung 66 zeigt keinen Trend. Gegenüber dem Basisjahr sind die Gesamtemissionen um ca. 5 % zurückgegangen. Im Gegensatz zu den anderen LULUCF-Landnutzungskategorien, in denen die Kurvenverläufe der Zeitreihen, insbesondere deutliche Änderungen, ihre Ursache vor allem in den sich zu den entsprechenden expliziten Erhebungsterminen ändernden Flächendaten haben (siehe Kapitel 7.1.3.5, Tabelle 233), wird der Verlauf der Kurven in der Kategorie Feuchtgebiete vom Torfabbau dominiert, insbesondere von der jährlichen Torfabbaumenge. Die Veränderungen der Emissionen aus den unterschiedlichen Pools weisen gegenüber dem Basisjahr alle in etwa die gleiche absolute Größenordnung auf. Daher ist im Torfabbau, aufgrund seiner Dominanz, lediglich eine Abnahme gegenüber dem Basisjahr von 1 % zu verzeichnen. Der andere die Gesamtabnahme im Wesentlichen bestimmende Pool ist die deutliche bzw.

vollständige Abnahme der Emissionen aus der Biomasse und der toten organischen Substanz infolge von Landnutzungsänderungen hin zu Gewässern. Dagegen haben die Emissionen aus den Mineralböden bzw. der toten organischen Substanz durch Landnutzungsänderung hin zu Feuchtgebieten gegenüber dem Basisjahr deutlich zugenommen (> 400 %), allerdings auf sehr geringem absoluten Niveau.

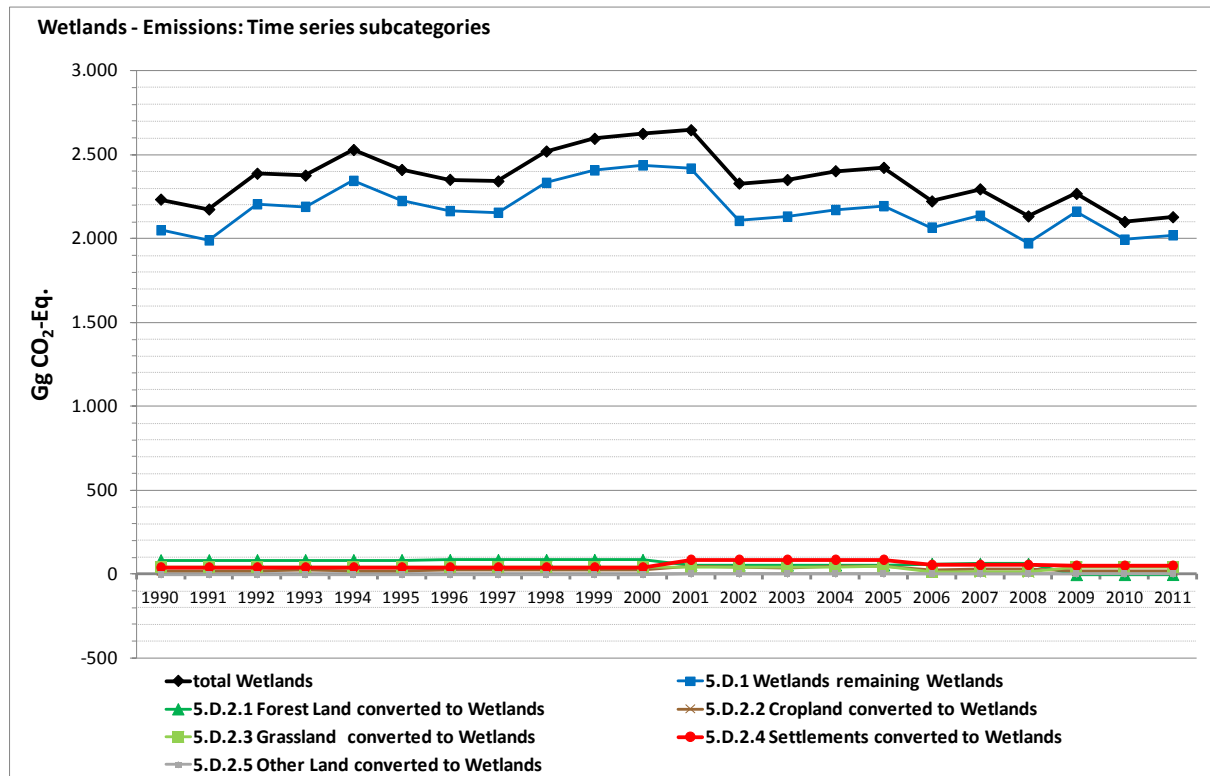


Abbildung 65: CO₂-Emissionen [Gg CO₂-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Feuchtgebieten Deutschlands von 1990 – 2011, dargestellt nach Subkategorien

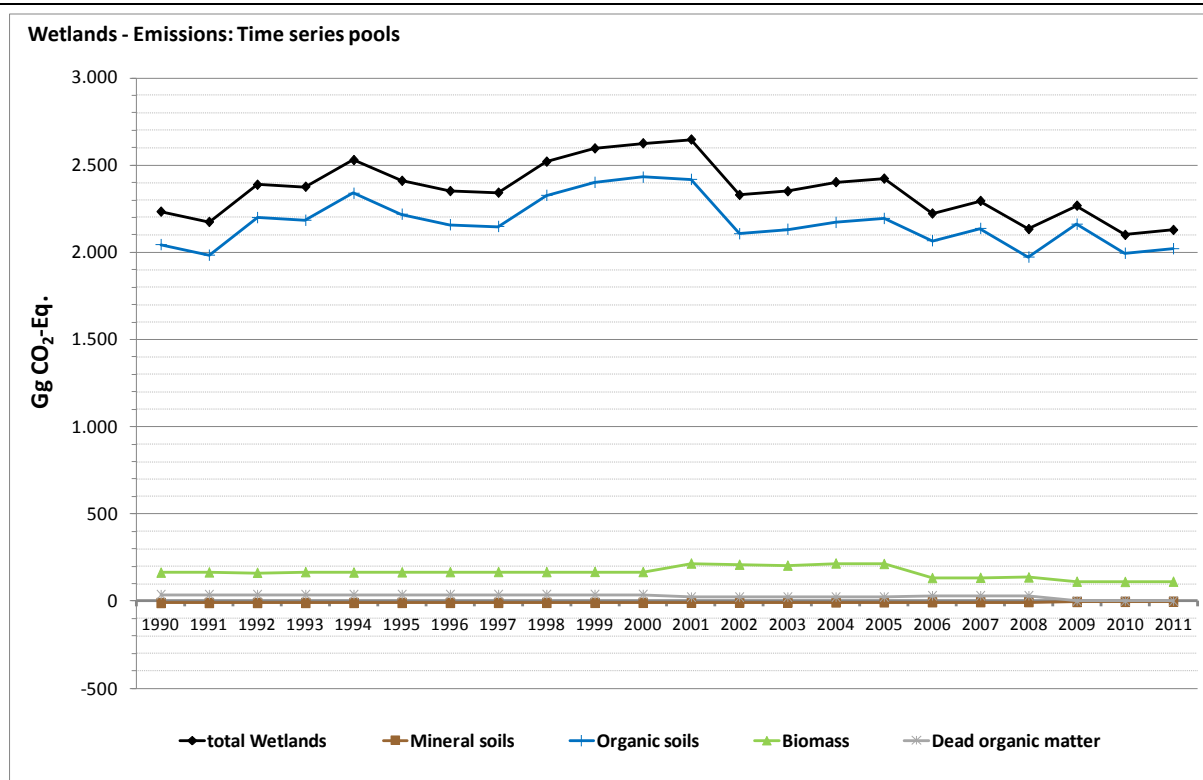


Abbildung 66: CO₂-Emissionen [Gg CO₂-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus den Feuchtgebieten Deutschlands von 1990 – 2011, dargestellt nach Pools

7.5.2 Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken

Siehe Kapitel 7.1.3.

7.5.3 Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.D)

Unter der Landnutzungskategorie Feuchtgebiete werden Terrestrische Feuchtgebiete (inkl. Torfabbauf Flächen) und Gewässer (offene Wasserflächen) berichtet, die bezüglich ihres Emissionsverhaltens sehr unterschiedlich ausgeprägt sind. Während die Emissionen aus dem Torfabbau in der Verbleibkategorie „Terrestrischer Feuchtgebiete“ berichtet werden, wird die Kategorie „Gewässer“ gegenüber anderen Landnutzungskategorien als eigenständige Subkategorie geführt und in den CRF-Tabellen getrennt berichtet (Details siehe Kapitel 7.1.4). Der Anteil von Terrestrischen Feuchtgebieten an der gesamten Feuchtgebietsfläche beträgt 13 % und setzt sich zusammen aus 3 % Torfabbauf Fläche und 10 % Terrestrischen Feuchtgebieten; der Anteil der Gewässerfläche beträgt demnach 87 %.

Für die Berechnung der Emissionen werden die beiden Feuchtgebietssubkategorien, Terrestrische Feuchtgebiete und Gewässer, poolspezifisch stratifiziert. Dafür werden flächengewichtete mittlere Kohlenstoffvorräte ermittelt, die im Inventar verwendet werden:

- Berechnung der Biomassevorräte: Für die Subkategorie Gewässer wird keine Biomasse berichtet. Für die Subkategorie Terrestrische Feuchtgebiete wurde die Biomasse aus den Werten für Grünland i.e.S. und Gehölzen hergeleitet (Kapitel 7.5.4.2, vergl. Kap. 7.4.4.2.2).

- Berechnung der Emissionen aus Böden: Für die Subkategorie Gewässer werden keine Emissionen veranschlagt; für die Terrestrischen Feuchtgebiete wird zeitlich konstant nach organischen Böden und Mineralböden unterschieden. Organische Böden werden stratifiziert nach Torfabbaufäche und Nicht-Torfabbaufächen. Für letztere werden keine Emissionen berichtet, für die Torfabbaufächen on-site- und off-site-Emissionen (Kapitel 7.5.4.4). Die Mineralböden werden nach Nutzung, Bodentyp bzw. Bodenausgangsgesteinsgruppen und Klimaregion stratifiziert (vergl. Kapitel 19.5.2.2).
- Berechnung der Emissionen aus Landnutzungsänderungen: Jährlich aktualisierte Stratifizierung nach Terrestrischen Feuchtgebieten und Gewässern unter verbleibender Nutzung und Land, das in Gewässer oder Terrestrische Feuchtgebiete umgewandelt wurde. Die Daten werden jährlich aus der Landnutzungsinformation übernommen (Kapitel 7.1.4; Kapitel 7.1.3). Für die Torfabbaufäche wird ein konstanter Wert von 19.857 ha unterstellt.

7.5.4 Methodische Aspekte (5. D)

7.5.4.1 Datenquellen

Die Produktionsmengen für Torf aus industriellem Torfabbau entstammen der deutschen Officialstatistik (STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 4, Reihe 3.1).

Weitere Quellen siehe Kapitel 7.1.3.2, 7.1.4 und 19.5.2.

7.5.4.2 Biomasse

Gewässerflächen sind vegetationslos, so dass der Kohlenstoffvorrat in der Biomasse Null ist.

Für die Subkategorie „terrestrische Feuchtgebiete“ erfolgt die Berechnung der Veränderungen im Kohlenstoffvorrat der Biomasse infolge von Landnutzungsänderungen mittels der in Kapitel 7.1.7 beschriebenen Verfahren und Methoden.

Terrestrische Feuchtgebiete sind in der Regel mit Gehölzen (einzelne Büsche bis Wälder), Moosen und Gräsern bewachsen, von denen letztere überwiegen. Aufgrund dessen wird im Inventar folgende Annahme für die Flächenverteilung der Kohlenstoffvorräte in der Biomasse unterstellt: 1/3 Gehölzanteil und 2/3 Moos-/Grasanteil.

Da für derartige Flächen keine Biomasseerhebungen in Deutschland vorliegen, werden die Werte für Gehölze (Kapitel 7.4.4.2.2) und Grünland i.e. S. (Kapitel 7.4.4.2.1) näherungsweise zugrunde gelegt. Daher wird methodisch im Sinne von Kap. 7.4.4.2 berichtet.

Der Kohlenstoffvorrat terrestrischer Feuchtgebiete berechnet sich dann nach Gleichung 44. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 281.

Gleichung 44:

$$\text{C-Vorrat}_{\text{terr. Feuchtgebiete}} = \text{C-Vorrat}_{\text{Gehölze}} * 0,333 + \text{C-Vorrat}_{\text{Grünland i.e.S.}} * 0,667$$

Tabelle 281: Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg ha⁻¹] für Biomasse in terrestrischen Feuchtgebieten Deutschlands (95%-Konfidenzintervall)

Terr. Feuchtgebiete	Kohlenstoffvorrat [Mg C ha ⁻¹]		
	Bio _{oberirdisch}	Bio _{unterirdisch}	Bio _{total}
Terr. Feuchtgebiete	14,67 (5,2 - 42,7)	5,44 (2,3 – 13,1)	20,10 (10,2 - 49,2)

Die Emissionsfaktoren mit Unsicherheiten sind in Tabelle 283 (Kapitel 7.5.5) dargestellt.

7.5.4.3 Mineralböden

Bei Landnutzungsänderungen zu Gewässern werden keine Änderungen im Kohlenstoffvorrat von Mineralböden angenommen.

Für die Subkategorie „Terrestrische Feuchtgebiete“ erfolgt die Berechnung der Veränderungen im Kohlenstoffvorrat der Mineralböden infolge von Landnutzungsänderungen mittels der in Kapitel 7.1.5 beschriebenen Verfahren und Methoden.

Die Emissionsfaktoren mit Unsicherheiten werden in Tabelle 283 (Kapitel 7.5.5) gezeigt.

7.5.4.4 Organische Böden

Drainage organischer Böden findet in der Kategorie Terrestrische Feuchtgebiete außer auf Torfabbauf Flächen nicht statt. Landnutzungsänderung zu Feuchtgebieten entspricht einer Umwandlung zu naturnahen Wasserstandsverhältnissen.

Die Berechnung der CO₂-Emissionen aus dem Torfabbau erfolgte nach den Vorgaben der IPCC-Guidelines 2006, mit dem Tier-1-Verfahren und den Defaultfaktoren der IPCC (2006). Berechnet werden on-site- und off-site-Emissionen. Die der Abschätzung zugrunde liegenden Aktivitätsdaten sind zum einen die mittels des B-DLM ermittelten Torfabbauf Flächen (siehe Kapitel 7.1.3), zum anderen die Produktionsmengen. Letztere entstammen der deutschen Officialstatistik (STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 4, Reihe 3.1). Die Emissionsfaktoren für den Zeitraum 1990 bis 2011 sind in Tabelle 282 zusammengefasst. Die Flächenermittlung der industriellen Torfabbauf Flächen erfolgte erstmalig mittels des B-DLM, da nun mehr in dieses die entsprechenden Daten übernommen wurden. Da dies für Datensätze des B-DLM vor 2011 gar nicht, bzw. noch nicht vollständig geschehen war, wird die für 2011 ermittelte Torfabbauf Fläche rückwirkend bis zum Basisjahr 1990 zur Berechnung der on-site-Emissionen herangezogen. Die Abbauf Fläche beträgt konstant 19.857 ha.

CH₄- Emissionen aus dem Torfabbau (nach IPCC GPG-LULUCF 2003, S. 1.11) werden nicht berichtet.

Die durch den Torfabbau verursachten N₂O-Emissionen sind nicht berichtspflichtig, da vernachlässigbar. Dies gründet sich in dem Umstand, dass in Deutschland nahezu ausschließlich Hochmoortorfe abgebaut werden, die C/N-Verhältnisse > 25 aufweisen (nach IPCC GPG-LULUCF 2003, S. 1.11).

In Tabelle 283 (Kapitel 7.5.5) wird ein mittlerer künstlicher Emissionsfaktor dargestellt, der die CO₂-Emissionen aus der industriellen Torfproduktion pro Fläche verbleibender Terrestrischer Feuchtgebiete zeigt. Er setzt sich zusammen aus dem konstanten Wert für die On-site-Emissionen und dem jährlich variablen Wert der Produktionsmengen.

Tabelle 282: Implizite Emissionsfaktoren für den Torfabbau [$\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$] in Deutschland

	Implizite Emissionsfaktoren Torfabbau [Mg C ha ⁻¹ a ⁻¹]										
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
IEF [Mg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	-28,1	-27,2	-30,2	-30	-32,1	-30,5	-29,6	-29,5	-32	-33	-33,4
Emission _{on-site} [Gg C]	-3,97	-3,97	-3,97	-3,97	-3,97	-3,97	-3,97	-3,97	-3,97	-3,97	-3,97
Emission _{off-site} [Gg C]	553,51	537,03	595,78	591,6	633,79	601,06	584,63	581,91	630,54	650,87	658,97
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
IEF [Mg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	-33,2	-28,9	-29,3	-29,8	-30,1	-28,4	-29,3	-27,1	-29,7	-27,4	-27,8
Emission _{on-site} [Gg C]	-3,97	-3,97	-3,97	-3,97	-3,97	-3,97	-3,97	-3,97	-3,97	-3,97	-3,97
Emission _{off-site} [Gg C]	655,5	570,53	577,48	588,23	594,43	559,62	578,8	534,03	585,48	539,98	547,12

7.5.5 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. D)

Die Zeitreihen für die Aktivitätsdaten zum Torfabbau vom statistischen Bundesamt sind konsistent und für die gesamte Berichtsperiode verfügbar. Die Unsicherheiten dieses Aktivitätsdatums sind laut Statistischem Bundesamt 0, da es sich bei diesen Daten um eine Vollerhebung mit Auskunftspflicht handelt. Nichtsdestotrotz wird nach den IPCC-Guidelines 2006 eine Unsicherheit von 20 % unterstellt, die im Wesentlichen auf der Unsicherheit der Umrechnung von Volumen- auf Masseeinheiten für Torfe beruht. Die in Tabelle 283 aufgeführten Unsicherheiten bis 40 % für den Torfabbau sind Ergebnis der Unsicherheitenfortpflanzungsrechnung und insbesondere auf die großen Unsicherheiten der IPCC-Defaultfaktoren zurückzuführen. Die großen Unsicherheiten der EF in Bezug auf die Biomasse gründen in dem erheblichen Anteil der Gehölze.

Die Aktivitäts- bzw. Flächendaten sind normalverteilt und weisen je nach Flächen- bzw. Stichprobengröße Unsicherheiten von 3 – 162 % auf (siehe Tabelle 376 in Kapitel 19.5.4). Die Gesamtunsicherheit für die Flächendaten der Kategorie Feuchtgebiete beträgt 5,4 %. Der Beitrag der Feuchtgebietpools zur Gesamtemission bzw. -unsicherheit des LULUCF-Sektors ist sehr gering. Lediglich die Werte im Zusammenhang mit dem Torfabbau sind wahrnehmbar (siehe Tabelle 376 in Kapitel 19.5.4).

Tabelle 283: Emissionsfaktoren mit Unsicherheiten [in % vom Lagemaß] zur Berechnung der THG-Emissionen aus Feuchtgebieten 2011, unterschieden nach Pool und Subkategorie

Feuchtgebiete _{terrestrisch} Landnutzung _{vor} Mineralboden CO ₂ -C ⁹⁴	Fläche Landnutzung _{nach}	Emissionsfaktor [Mg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	Schranken		Gewässer Landnutzung _{nach}	Emissionsfaktoren [Mg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	Schranken	
			obere [%]	untere [%]			untere [%]	obere [%]
Wald	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	0,74	29	24	Gewässer	keine Emission		
Acker	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	0,70	37	28	Gewässer	keine Emission		
Grünland i. e. S.	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	-0,17	47	32	Gewässer	keine Emission		
Gehölze	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	0,04	49	31	Gewässer	keine Emission		
Siedlungen	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	0,77	48	32	Gewässer	keine Emission		
Gewässer	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	0	52	44	Gewässer	keine Emission		
Sonstiges Land	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	0,92	50	32	Gewässer	keine Emission		
Organischer Boden		[Mg C ha⁻¹ a⁻¹]	[%]	[%]		[Mg C ha⁻¹ a⁻¹]	[%]	[%]
	Feuchtgebiete _{terrestrisch} Torfaubau	-10,16	39	39				
Biomasse⁹⁵		[Mg C ha⁻¹ 1 a⁻¹]	[%]	[%]		[Mg C ha⁻¹ 1 a⁻¹]	[%]	[%]
Wald	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	-12,53	60	29	Gewässer	-32,63	37	37
Acker	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	12,56	109	37	Gewässer	-7,54	8	8
Grünland i. e. S.	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	13,42	109	38	Gewässer	-6,69	25	25
Gehölze	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	-26,83	116	39	Gewässer	-46,793	186	63
Terr. Feuchtgebiete	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	0	0	0	Gewässer	-20,010	145	49
Gewässer	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	20,10	145	49	Gewässer	0	0	0
Siedlungen	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	6,70	109	37	Gewässer	-13,40	163	55
Sonstiges Land	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	20,10	145	49	Gewässer	0	0	0
Tote organische Substanz⁹⁶		[Mg C ha⁻¹ 1 a⁻¹]	[%]	[%]		[Mg C ha⁻¹ 1 a⁻¹]	[%]	[%]
Wald	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	-21,03	3	3	Gewässer	-21,03	3	3

positiv: Senke; negativ: Quelle

Die Berechnungen sind für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 – 2011 räumlich und zeitlich konsistent und vollständig.

⁹⁴ Berechnung über 20 Jahre⁹⁵ Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung⁹⁶ Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

7.5.6 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. D)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden gemäß der "Ausführungsbestimmung zur Erstellung von Emissions- und Kohlenstoffinventaren und deren Qualitätsmanagement für den Bereich der Quellgruppen 4 und 5 - Anlage zum Konzept Emissions- und Kohlenstoffinventare im nachgeordneten Bereich des BMELV vom 01.03.2012" (Version 1.01, Stand vom 31.08.2012; Thünen-Institut 2012) durchgeführt, entsprechend den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen.

Die zur Erstellung dieses Inventars verwendeten Datenquellen erfüllen die Prüfkriterien des QSE – Handbuchs für Datenquellen. Bezüglich der Qualitätssicherung der Eingangsdaten (ATKIS®, BÜK, Officialstatistik) wird auf die Datenhalter verwiesen (Dokumentation in Inventarbeschreibung).

Die Ergebnisse der Emissionsberechnung der aktuellen Berichterstattung können mit anderen Datenquellen für Deutschland nicht verglichen werden, da solche flächendeckend, umfassend und unabhängig von den hier aufgeführten Methoden und Datenquellen nicht existieren. Der Vergleich der mittleren Emissionsfaktoren Deutschlands in der Kategorie Feuchtgebiete mit denen der europäischen Nachbarstaaten zeigt, dass die deutschen IEF im Mittelfeld liegen (Tabelle 284). Die Kategorie Feuchtgebiete ist stark von der nationalen Definition abhängig, so dass die nationalen Verhältnisse und daher auch die mittleren Emissionsfaktoren eine große Streuung zeigen. Wie in Deutschland weist die Mehrzahl der Nachbarstaaten die Böden als geringe Kohlenstoffsенke und die Biomasse als Kohlenstoffquelle bei Umwandlung zu Feuchtgebieten aus. Im Unterschied zu Deutschland wird auch die tote organische Substanz in einigen Nachbarstaaten als Kohlenstoffsенke bei Umwandlung zu Feuchtgebieten ausgewiesen. Dieser Pool ist in der deutschen Berechnung nicht extra ausgewiesen und beinhaltet daher nur die C-Verluste bei der Umwandlung von Wald zu Feuchtgebieten.

Tabelle 284: Vergleich impliziter Emissionsfaktoren (IEF) unterschiedlicher Pools im Feuchtgebietssektor zwischen Deutschland und europäischen Nachbarstaaten für das Jahr 2010 (Ausnahme Deutschland NIR 2013: Vergleichswert 2011)

Implizite Emissionsfaktoren (IEF) Feuchtgebiete NIR 2012	Verbleibende Feuchtgebiete Organische Böden	Landnutzungsänderung zu Feuchtgebieten		
		Mineralböden	Biomasse	Tote org. Substanz
		Mg C ha ⁻¹		
Österreich	NE	-3,656	-0,503	-0,165
Belgien	NO	1,332	NO	NO
Tschechien	NO	NA,NO	-0,818	-0,011
Dänemark	-3,979	0,500	0,079	-0,001
Frankreich	NO	4,435	-0,453	-0,023
Niederlande	NE	NE	-8,888	-1,539
Polen	NA	NA,NO	-1,200	NA,NO
Schweden	-0,003	NA	NA	NA
Schweiz	0,001	-2,974	-3,679	-0,724
Großbritannien und Nordirland	-0,418	IE,NO	IE,NO	IE,NO
Europäische Union (15)	-0,037	0,667	-0,433	-0,033
Europäische Union (27)	-0,032	0,495	-0,431	-0,023
Deutschland	-0,058	0,015	-0,622	NO
Deutschland NIR 2013	-0,971	0,011	-0,337	NO

positiv: Senke; negativ: Quelle

7.5.7 Quellenspezifische Rückrechnungen (5. D)

Aufgrund der Neuberechnung der Emissionsfaktoren für Mineralböden, die tote organische Substanz sowie die Biomasse, werden mit der diesjährigen Submission quellenspezifische Rückrechnungen für den gesamten Berichtszeitraum vorgelegt. Ursache für die Neuberechnung der Emissionsfaktoren waren im Bereich

- Mineralboden: Zur Berechnung der Emissionsfaktoren für mineralische Waldböden, konnten erstmalig die endgültigen Ergebnisse der Waldbodeninventur herangezogen werden. Dadurch ergaben sich neue Emissionsfaktoren für Kohlenstoffvorratsänderungen und Lachgasemissionen in und aus Mineralböden in allen Übergangskategorien von und zu Wald (Kapitel 7.1.5).
- Tote organische Substanz: Zur Berechnung der Emissionsfaktoren konnten erstmalig die endgültigen Ergebnisse der Waldbodeninventur herangezogen werden (Kap. 7.1.7).
- Biomasse: Methodenänderung bei der Berechnung der unterirdischen Biomasse von Hecken/Gehölzen (Kapitel 7.3.4.2 und Kap. 19.5.3.1.3), Neubestimmung des Emissionsfaktors für Ackerland durch Korrektur des Kohlenstoffvorrates von Weinstöcken um den Schnittholzanteil sowie Korrektur eines Flächenfehlers bei der Berechnung des mittleren Kohlenstoffvorrates annueller Ackerpflanzen.

Außerdem wurde eine Neuberechnung der Emissionen aller Pools und Landnutzungskategorien für die Jahre 2009 und 2010 notwendig, da die Grundlage für die Berechnung der Aktivitätsdaten geändert wurde (siehe Kapitel 7.1.3). In der Landnutzungskategorie Feuchtgebiete wurden zudem die Flächendaten für den Torfabbau für alle Jahre durch den Wert aus dem B-DLM ersetzt, so dass hier eine Neuberechnung für den gesamten Berichtszeitraum vorgenommen werden musste. Im Rahmen der Neuberechnung der Emissionsfaktoren sowie der Aktivitätsdaten wurden auch die zugehörigen Unsicherheiten neu bestimmt.

Tabelle 285 und Tabelle 286 verdeutlichen die Auswirkungen der Rückrechnungen. Der Vergleich wird für die gesamte Kategorie Feuchtgebiete gezeigt. Die Unterschiede bezüglich der Gesamtemissionen aus dem Feuchtgebietssektor gegenüber der Vorjahressubmission betragen für das Jahr 1990 -0,7 %, für 2010 -2,6 %.

Tabelle 285: Vergleich der in den Submissionen 2013 und 2012 berichteten Emissionen [$\text{Gg CO}_2 \text{ a}^{-1}$] aus verbleibenden Feuchtgebieten (5.D.1)

[$\text{Gg CO}_2 \text{ a}^{-1}$]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gesamt 2013	2.051	1.991	2.206	2.191	2.345	2.225	2.165	2.155	2.334	2.408
Gesamt 2012	2.062	2.002	2.217	2.202	2.357	2.237	2.176	2.166	2.344	2.419
Mineralböden 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mineralböden 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2013	2.044	1.984	2.199	2.184	2.338	2.218	2.158	2.148	2.327	2.401
Organische Böden 2012	2.055	1.995	2.210	2.195	2.350	2.230	2.169	2.159	2.338	2.412
Biomasse 2013	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Biomasse 2012	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
[$\text{Gg CO}_2 \text{ a}^{-1}$]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2013	2.438	2.418	2.107	2.132	2.171	2.194	2.066	2.137	1.973	2.161
Gesamt 2012	2.249	2.429	2.118	2.143	2.183	2.205	2.078	2.148	1.984	2.172
Mineralböden 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mineralböden 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2013	2.431	2.418	2.107	2.132	2.171	2.194	2.066	2.137	1.973	2.161
Organische Böden 2012	2.442	2.429	2.118	2.143	2.183	2.205	2.078	2.148	1.984	2.172
Biomasse 2013	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse 2012	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[$\text{Gg CO}_2 \text{ a}^{-1}$]	2010									
Gesamt 2013	1.995									
Gesamt 2012	2.006									
Mineralböden 2013	0									
Mineralböden 2012	0									
Organische Böden 2013	1.995									
Organische Böden 2012	2.006									
Biomasse 2013	0									
Biomasse 2012	0									

Tabelle 286: Vergleich der in den Submissionen 2013 und 2012 berichteten Emissionen [$\text{Gg CO}_2 \text{ a}^{-1}$] aus Landnutzungsänderungen zu Feuchtgebieten (5.D.2)

[$\text{Gg CO}_2 \text{ a}^{-1}$]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gesamt 2013	183	184	182	185	183	184	186	187	188	189
Gesamt 2012	186	188	186	190	188	189	190	191	190	191
Mineralböden 2013	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-10	-10	-10	-10
Mineralböden 2012	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8
Organische Böden 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse 2013	157	158	156	159	157	158	159	160	160	161
Biomasse 2012	156	158	155	159	157	158	159	160	159	160
Tote organische Substanz 2013	37	37	37	37	37	37	37	37	38	38
Tote organische Substanz 2012	38	38	39	39	39	39	39	39	39	39
[$\text{Gg CO}_2 \text{ a}^{-1}$]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2013	188	230	223	219	231	229	155	158	161	106
Gesamt 2012	191	231	225	220	233	230	158	160	163	153
Mineralböden 2013	-10	-9	-9	-8	-8	-7	-7	-6	-6	-5
Mineralböden 2012	-8	-8	-7	-7	-6	-6	-6	-5	-5	-4
Organische Böden 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse 2013	160	216	209	204	216	213	132	134	136	111
Biomasse 2012	160	215	208	203	215	212	132	133	136	157
Tote organische Substanz 2013	38	23	23	23	23	23	30	30	31	0
Tote organische Substanz 2012	39	24	24	24	24	24	32	32	32	0

[Gg CO ₂ a ⁻¹]	2010
Gesamt 2013	106
Gesamt 2012	151
Mineralböden 2013	-4
Mineralböden 2012	-4
Organische Böden 2013	0
Organische Böden 2012	0
Biomasse 2013	110
Biomasse 2012	155
Tote organische Substanz 2013	0
Tote organische Substanz 2012	0

7.5.8 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5. D)

- Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

7.6 Siedlungen (5.E)

7.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (5. E)

CRF 5.E	Gas	HK	1990		2011		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
Settlements (CRF 5.E)	CO ₂	-	-T2	2.307,7	0,19%	2.256,0	0,24%	-2,24%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS/Tier 1	RS/NS	CS

Die Quellgruppe *Siedlungen* ist eine Hauptkategorie nach der Tier-2-Analyse für CO₂-Emissionen.

In der Landnutzungskategorie Siedlungen wird über CO₂-Emissionen/-Festlegung der Pools Boden, Biomasse und tote organische Substanz berichtet, die auf Flächen liegen, die zu Siedlungs- und Verkehrszwecken ausgewiesen sind. Genaue Definitionen und Kategoriezuordnungen sind in Kapitel 7.1.4 aufgeführt.

Im Jahr 2011 betrugen die CO₂-Emissionen aus den Siedlungs- und Verkehrsgebieten Deutschlands infolge von Landnutzung und Landnutzungsänderung 2.256 Gg CO₂; der Großteil hiervon, nämlich 2.166 Gg CO₂, wird durch die Drainage organischer Böden verursacht und hauptsächlich in der Verbleibkategorie berichtet (1.665 Gg CO₂). Die restlichen Emissionen sind Folge von Landnutzungsänderungen hin zu Siedlungen und sind die Summe von 625 Gg CO₂ aus Mineralböden, 61 Gg CO₂ aus der Zersetzung toter organischer Substanz sowie -596 Gg CO₂ Einbindung in die Biomasse.

Der zeitliche Verlauf der Gesamtemission zeigt zwischen den Jahren 2000 und 2003 eine vorübergehende Abnahme der Emissionen (siehe Abbildung 67 und Abbildung 68) mit anschließendem Wiederanstieg bis fast zum Ursprungsniveau. Gegenüber dem Basisjahr ergibt sich eine Nettoabnahme der Emissionen aus der Siedlungskategorie von -2,2 % im Jahr 2011. Der deutlichen Zunahme der Emissionen aus den Böden (Mineralböden: +80 %; org. Böden +5 %), steht eine Zunahme der Senkenfunktion im Bereich der Biomasse gegenüber (113 %), als auch eine Abnahme der Emissionen aus toter organischer Substanz

(-66 %). Die Kurvenverläufe der Zeitreihen, insbesondere die deutlichen Änderungen, sind vor allem auf die sich zu den entsprechenden expliziten Erhebungsterminen ändernden Flächendaten zurückzuführen (siehe Kapitel 7.1.3.5, Tabelle 233).

Verantwortlich für den Rückgang der Emissionen zwischen 2000 und 2003 ist die verstärkte Umwandlung von Acker zu Siedlungen und dadurch eine verstärkte Kohlenstoffeinbindung in neuer Biomasse auf den Siedlungsflächen. Eine weitere Abnahme der Emissionen ist durch den Rückgang der Entwaldung zu verzeichnen. Da die Mineralböden in Siedlungen geringe Kohlenstoffvorräte aufweisen, kommt es bei Landnutzungsänderung zu Siedlungen zum Abbau von Kohlenstoffvorräten, v.a. bei Umwandlung von Grünlandflächen.

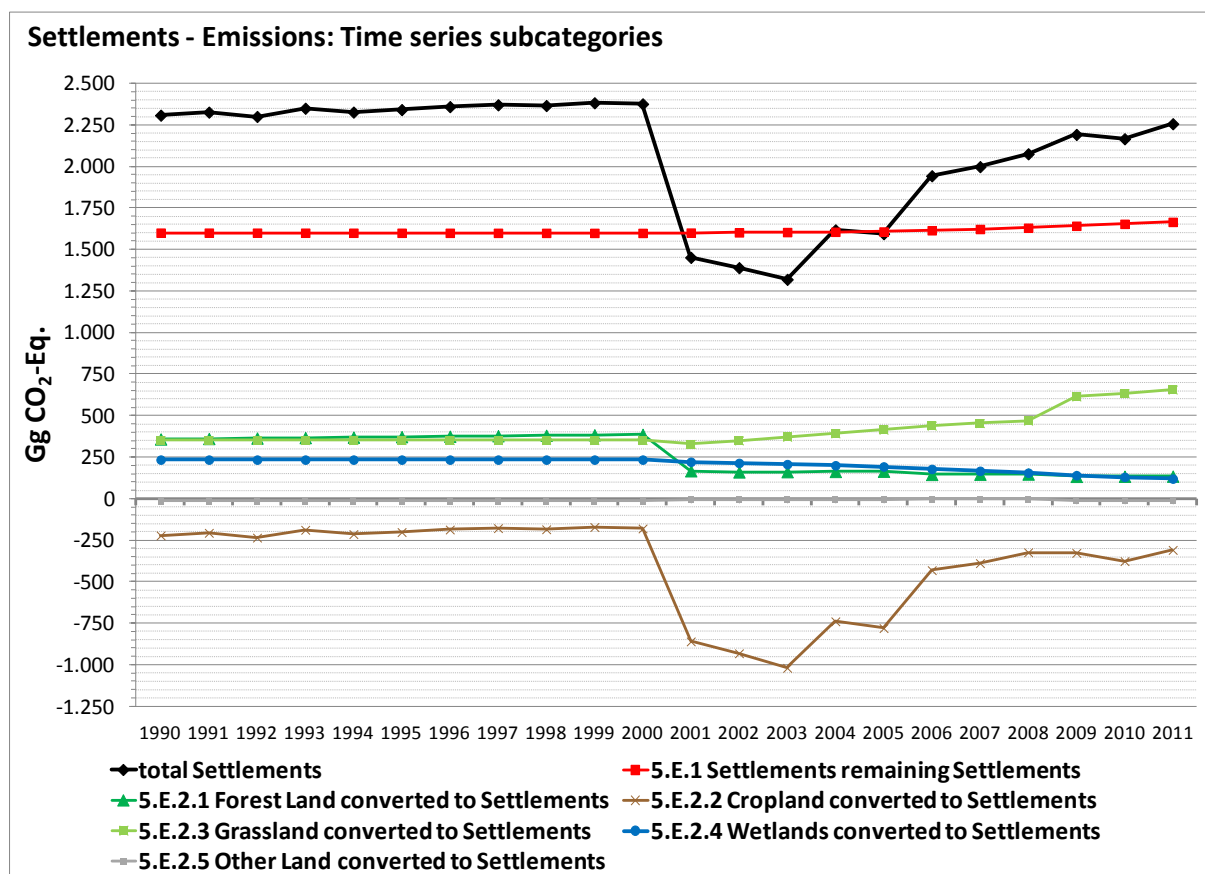


Abbildung 67: CO₂-Emissionen [Gg CO₂-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Siedlungen von 1990 – 2011, dargestellt nach Subkategorien

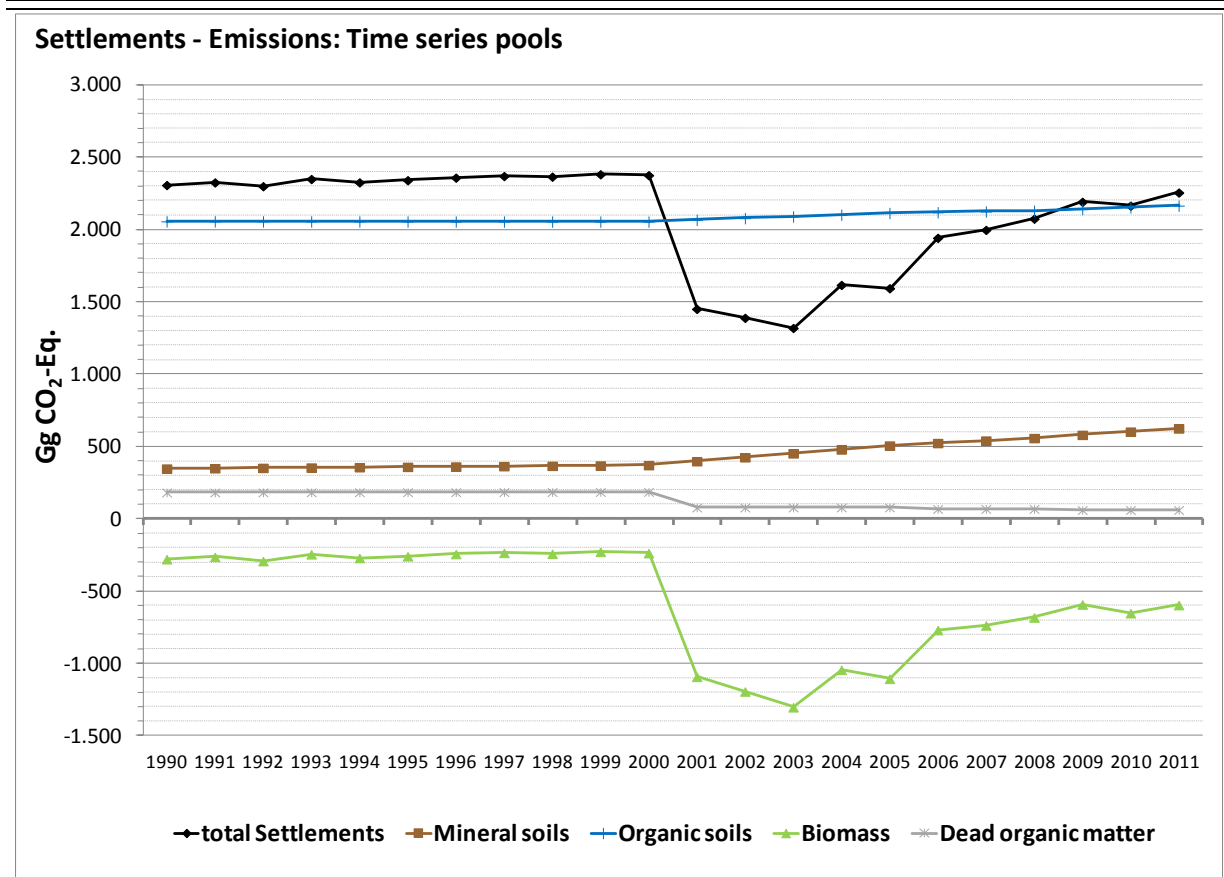


Abbildung 68: CO₂-Emissionen [Gg CO₂-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Siedlungen Deutschlands von 1990 – 2011, dargestellt nach Pools

7.6.2 Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.E)

Siehe Kapitel 7.1.3

7.6.3 Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.E)

Die gesamte Siedlungsfläche wurde in einer Kategorie zusammengefasst; Definitionen und Beschreibungen siehe Kapitel 7.1.4.

Für die Berechnung der Emissionen wird in der Siedlungskategorie poolspezifisch stratifiziert. Dafür werden flächengewichtete mittlere Kohlenstoffvorräte ermittelt, die im Inventar verwendet werden:

- Berechnung der Biomassevorräte: Für die Kategorie Siedlungen wurde die Biomasse aus den Werten für Grünland i.e.S. und Gehölzen hergeleitet (Kapitel 7.6.4.2, vergl. Kapitel 7.4.4.2.2).
- Berechnung der Emissionen aus Böden: Zeitlich konstante Unterscheidung nach organischen und mineralischen Böden. Die Mineralböden werden nach Bodentyp bzw. Bodenausgangsgesteinsgruppen und Klimaregion stratifiziert (vergl. Kapitel 19.5.2.2).

- Berechnung der Emissionen aus Landnutzungsänderungen: Jährlich aktualisierte Stratifizierung nach verbleibender Nutzung und Land, das in Siedlung umgewandelt wurde. Die Daten werden jährlich aus der Landnutzungsinformation übernommen (Kapitel 7.1.4; Kapitel 7.1.3).

7.6.4 Methodische Aspekte (5. E)

Bei verbleibenden Siedlungen wird unterstellt, dass keine Kohlenstoffvorratsänderungen in Mineralböden (vergl. Kapitel 7.3.4.3 sowie Kapitel 7.4.4.3) und Biomasse (vergl. Kapitel 7.4.4.2) auftreten. Für organische Böden in Siedlungsgebieten wird davon ausgegangen, dass sie drainiert sind.

Bei Landnutzungsänderungen zu Siedlungen werden alle fünf Kohlenstoffpools berichtet.

Siehe auch Kapitel 7.3.4.

7.6.4.1 Datenquellen

Siehe Kapitel 7.1.3.2.

7.6.4.2 Biomasse

Flächen im Siedlungs- und Verkehrsbereich weisen erhebliche Anteile an unversiegelten, mit Vegetation bedeckten Flächen auf. Stichprobenuntersuchungen des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung haben ergeben, dass der Anteil der überbauten und versiegelten Fläche an der ausgewiesenen Siedlungs- und Verkehrsfläche zwischen 40 – 50 % beträgt (EINIG et al. 2009). Die begrünte Fläche wird im deutschen Inventar im Mittel auf 50 % der Siedlungsfläche festgelegt.

Da über die Biomasse bzw. den Kohlenstoffvorrat auf diesen Flächen in den Siedlungs- und Verkehrsbereichen Deutschlands keine spezifisch erhobenen Daten vorliegen, wird angenommen, dass die begrünte Fläche zur Hälfte aus Gehölzen, zur anderen Hälfte aus Grünflächen vergleichbar mit Grünland i. e. S. besteht. Diese Annahmen entsprechen in etwa den Werten, die in der Schweiz diesbezüglich zugrunde gelegt werden. Mit Methoden der Fernerkundung wurde hier der Anteil an Bäumen (32,1 %) und Büschen (15,3 %) am Pflanzenbedeckungsgrad mit 47,4 % ermittelt (FOEN 2010). Da im Siedlungs- und Verkehrsbereich die Variation der anzutreffenden Gehölze sehr groß ist - vom Kleingartengehölz über Hecken jeglicher Ausstattung bis zu Straßen- und Waldbäumen, wurde bezüglich der Biomasse dieser Gehölze in dieser Landnutzungskategorie der landesspezifische Wert für Gehölze zugrunde gelegt. Daher werden für die Verbleibkategorie von Siedlungsflächen keine Kohlenstoffvorratsänderungen in der Gehölzmasse berichtet. Auch gelten die Berechnungsregeln im Sinne von Kap. 7.4.4.2. Der Kohlenstoffvorrat einer Siedlungsfläche ergibt sich dann nach Gleichung 45. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 287.

Gleichung 45:

$$\text{C-Vorrat}_{\text{Siedlungen}} = (\text{C-Vorrat}_{\text{Gehölze}} * 0,5 + \text{C-Vorrat}_{\text{Grünland i.e.S.}} * 0,5) * 0,5$$

Tabelle 287: Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg ha^{-1}] von Biomasse auf Siedlungsflächen (95%-Konfidenzintervall)

Siedlungen	Kohlenstoffvorrat [Mg C ha^{-1}]		
	Bio _{oberirdisch}	Bio _{unterirdisch}	Bio _{total}
Siedlungen	9,909 (2,84 - 30,96)	3,495 (1,24 - 9,23)	13,404 (5,98 - 35,22)

7.6.4.3 Mineralische Böden

Siehe Kapitel 7.1.5 und 19.5.2.

7.6.4.4 Organische Böden

Da über die Dränage von organischen Böden in Siedlungen keine spezifisch erhobenen Daten vorliegen, wird angenommen, dass die Böden wie Wirtschaftsgrünland gedraint werden und der entsprechende Emissionsfaktor von $5 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ verwendet (Kapitel 7.4.4.4).

Bei Landnutzungsänderung zu Siedlungen wird sofort der Wert für verbleibende Siedlungen verwendet.

7.6.5 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. E)

Die Zeitreihenkonsistenz ist bezüglich der Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren gesichert.

Die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren sind relativ hoch, die Werte lognormalverteilt (siehe Tabelle 288). Tabelle 376 in Kapitel 19.5.4 weist für die Aktivitätsdaten in Abhängigkeit von der Flächengröße Unsicherheiten von 2,8 - 131,0 % aus. Die Gesamtunsicherheit für die Aktivitätsdaten der Siedlungskategorie beträgt 2,8 %. Der Beitrag der Emissionen zum Gesamtinventar ist gering und lediglich bezüglich der organischen Böden und der Biomasse wahrnehmbar.

Tabelle 288: Unsicherheiten von Emissionsfaktoren [in % vom Lagemaß] zur Berechnung der Treibhausgasemissionen aus Siedlungs- und Verkehrsflächen Deutschlands 2011, unterschieden nach Pool und Subkategorie

Siedlungen Landnutzung _{vor} Mineralboden CO ₂ -C ⁹⁷	Fläche Landnutzung _{nach}	Emissionsfaktor [Mg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	Schranken	
			obere [%]	untere [%]
Wald	Siedlungen	-0,19	41	22
Acker	Siedlungen	-0,07	49	28
Grünland i. e. S.	Siedlungen	-0,94	57	33
Gehölze	Siedlungen	-0,73	60	31
Terr. Feuchtgebiete	Siedlungen	-0,77	48	32
Gewässer	Siedlungen	0,00	85	45
Sonstige Flächen	Siedlungen	0,15	63	32
Organischer Boden		[Mg C ha⁻¹ a⁻¹]	[%]	[%]
	Siedlungen	-5,00	50	50
Biomasse⁹⁸		[Mg C ha⁻¹ 1 a⁻¹]	[%]	[%]
Wald	Siedlungen	-19,23	54	31
Acker	Siedlungen	5,86	109	37
Grünland i. e. S.	Siedlungen	6,72	109	38
Gehölze	Siedlungen	-33,53	149	51
Terr. Feuchtgebiete	Siedlungen	-6,70	109	37
Gewässer	Siedlungen	13,40	163	55
Sonstige Flächen	Siedlungen	13,40	163	55
Tote organische Substanz⁹⁹		[Mg C ha⁻¹ 1 a⁻¹]	[%]	[%]
Wald	Siedlungen	-21,03	3	3

⁹⁷ Berechnung über 20 Jahre

⁹⁸ Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

⁹⁹ Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

7.6.6 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. E)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden gemäß der „Ausführungsbestimmung zur Erstellung von Emissions- und Kohlenstoffinventaren und deren Qualitätsmanagement für den Bereich der Quellgruppen 4 und 5 - Anlage zum Konzept Emissions- und Kohlenstoffinventare im nachgeordneten Bereich des BMELV vom 01.03.2012“ (Version 1.01, Stand vom 31.08.2012; Thünen-Institut 2012) durchgeführt, entsprechend den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen.

Die zur Erstellung dieses Inventars verwendeten Datenquellen erfüllen die Prüfkriterien des QSE – Handbuchs für Datenquellen. Intern wird die Prozessierung von Daten nach Thünen-Institut (2012) überprüft. Bezüglich der Qualitätssicherung der Eingangsdaten (ATKIS®, BÜK, Officialstatistik) wird auf die Datenhalter verwiesen (Dokumentation in der Inventarbeschreibung).

Die Ergebnisse der Emissionsberechnung der aktuellen Berichterstattung können mit anderen Datenquellen für Deutschland nicht verglichen werden, da solche flächendeckend, umfassend und unabhängig von den hier aufgeführten Methoden und Datenquellen nicht existieren.

Tabelle 289 vergleicht die mittleren Emissionsfaktoren der Kategorie Siedlungen mit denen europäischer Nachbarländer.

Nur Deutschland und die Schweiz berichten CO₂-Emissionen aus gedrähten organischen Böden in Siedlungsflächen. Die mittleren Emissionsfaktoren sind auf die Gesamtsiedlungsfläche bezogen, so dass sie u.a. den Flächenanteil organischer Böden widerspiegeln. Weitere C-Pools werden im deutschen Inventar nur bei Landnutzungsänderungen zu Siedlungsflächen berechnet.

Im Vergleich mit den Nachbarstaaten weist Deutschland hierbei nach Polen, Schweden (Senke) und Dänemark die geringsten C-Verluste in Böden und gleichzeitig mit Österreich die höchste C-Einbindung in Biomasse pro Hektar bei Umwandlung in Siedlungsfläche auf. Die IEF bezüglich toter organischer Substanz liegen ebenfalls im unteren Bereich. Die mittleren Emissionsfaktoren der drei Pools werden stark von der Ausgangsnutzung bestimmt, so dass die weite Streuung innerhalb der europäischen Staaten ohne Kenntnis der Ausgangsnutzungen nicht interpretiert werden kann.

Tabelle 289: Vergleich impliziter Emissionsfaktoren (IEF) unterschiedlicher Pools in Siedlungen zwischen Deutschland und europäischen Nachbarstaaten für das Jahr 2010 (Ausnahme Deutschland NIR 2013: Vergleichswert 2011)

Implizite Emissionsfaktoren (IEF) Siedlungen NIR 2012	Verbleibende Siedlungen	Landnutzungsänderung zu Siedlungen		
	Organische Böden	Böden	Biomasse	Tote org. Substanz
		Mg C ha ⁻¹		
Österreich	NE	-0,418	0,179	-0,157
Belgien	NO	-1,312	-0,280	-0,026
Tschechien	NO	NA,NO	-0,470	-0,010
Dänemark	NA	-0,309	-0,203	-0,007
Frankreich	NO	-1,543	-0,425	-0,043
Niederlande	NE	NE	-15,573	-2,876
Polen	NA	-0,120	0,170	-0,004
Schweden	NE	-1,786	0,016	-0,751
Schweiz	-0,020	-1,108	-0,425	-0,056
Großbritannien und Nordirland	-0,433	-2,948	-0,087	IE,NO
Europäische Union (15)	-0,076	-1,517	-0,443	-0,099
Europäische Union (27)	-0,056	-1,371	-0,467	-0,094
Deutschland	-0,187	-0,392	0,208	-0,012
Deutschland NIR 2013	-0,155	-0,389	0,206	-0,021

positiv: Senke; negativ: Quelle

7.6.7 Quellenspezifische Rückrechnungen (5. E)

Aufgrund der Neuberechnung der Emissionsfaktoren für Mineralböden, die tote organische Substanz sowie die Biomasse, werden mit der diesjährigen Submission quellenspezifische Rückrechnungen für den gesamten Berichtszeitraum vorgelegt. Ursache für die Neuberechnung der Emissionsfaktoren waren im Bereich

- Mineralböden: Zur Berechnung der Emissionsfaktoren für mineralische Waldböden konnten erstmalig die endgültigen Ergebnisse der Waldbodeninventur herangezogen werden. Dadurch ergaben sich neue Emissionsfaktoren für Kohlenstoffvorratsänderungen und Lachgasemissionen in und aus Mineralböden in allen Übergangskategorien von und zu Wald (Kapitel 7.1.5).
- Tote organische Substanz: Zur Berechnung der Emissionsfaktoren konnten erstmalig die endgültigen Ergebnisse der Waldbodeninventur herangezogen werden (Kapitel 7.1.7).
- Biomasse: Methodenänderung bei der Berechnung der unterirdischen Biomasse von Hecken/Gehölzen (Kapitel 7.3.4.2 und Kapitel 19.5.3.1.3), Neubestimmung des Emissionsfaktors für Ackerland durch Korrektur des Kohlenstoffvorrates von Weinstöcken um den Schnittholzanteil, sowie Korrektur eines Flächenfehlers bei der Berechnung des mittleren Kohlenstoffvorrates annueller Ackerpflanzen.

Außerdem wurde eine Neuberechnung der Emissionen aller Pools und Landnutzungskategorien für die Jahre 2009 und 2010 notwendig, da die Grundlage für die Berechnung der Aktivitätsdaten geändert wurde (siehe Kapitel 7.1.3). Die Landnutzungskategorie Siedlungen wurde außerdem um die Torfabbaufäche reduziert, die in der vorherigen Submission fälschlicherweise unter dem Pool organische Böden in der Landnutzungskategorie Siedlung bleibt Siedlung geführt wurde. Daher sind die Emissionen aus den organischen Böden im Verbleibsektor durchschnittlich ca. 18 % geringer als in der Vorjahressubmission. Somit wurde eine Neuberechnung für den gesamten Berichtszeitraum

vorgenommen. Im Rahmen der Neuberechnung der Emissionsfaktoren sowie der Aktivitätsdaten wurden auch die zugehörigen Unsicherheiten neu bestimmt.

Tabelle 290 und Tabelle 291 verdeutlichen die Auswirkungen der Rückrechnungen. Die Unterschiede zwischen den Gesamtemissionen der beiden Submissionen betragen im Siedlungsbereich für das Jahr 1990 15 %, für 2010 16 %. Diese Größenordnung bedingt sich im Wesentlichen in den o.a. Unterschieden bezgl. der organischen Böden in der Verbleibkategorie.

Tabelle 290: Vergleich der in den Submissionen 2013 und 2012 berichteten Emissionen [Gg CO₂] aus verbleibender Siedlungsfläche (5.E.1)

[Gg CO₂ a-1]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gesamt 2013	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.599	1.599	1.599
Gesamt 2012	1.964	1.964	1.964	1.964	1.964	1.964	1.964	1.963	1.963	1.963
Mineralböden 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mineralböden 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2013	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.599	1.599	1.599
Organische Böden 2012	1.964	1.964	1.964	1.964	1.964	1.964	1.964	1.963	1.963	1.963
Biomasse 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[Gg CO₂- a-1]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2013	1.599	1.601	1.602	1.604	1.606	1.607	1.615	1.623	1.630	1.642
Gesamt 2012	1.970	1.965	1.966	1.968	1.970	1.972	1.979	1.987	1.994	2.005
Mineralböden 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mineralböden 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2013	1.599	1.601	1.602	1.604	1.606	1.607	1.615	1.623	1.630	1.642
Organische Böden 2012	1.963	1.965	1.966	1.968	1.970	1.972	1.979	1.987	1.994	2.005
Biomasse 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[Gg CO₂- a-1]	2010									
Gesamt 2013	1.654									
Gesamt 2012	2.016									
Mineralböden 2013	0									
Mineralböden 2012	0									
Organische Böden 2013	1.654									
Organische Böden 2012	2.016									
Biomasse 2013	0									
Biomasse 2012	0									

positiv: Emission; negativ: Senke

Tabelle 291: Vergleich der in den Submissionen 2013 und 2012 berichteten Emissionen [Gg CO₂-Äquivalente] aus Landnutzungsänderung zu Siedlungsfläche (5.E.2)

[Gg CO ₂ a-1]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gesamt 2013	706	726	699	749	726	740	760	770	766	783
Gesamt 2012	787	803	775	822	797	810	826	834	828	842
Mineralböden 2013	347	350	352	355	357	359	362	364	367	369
Mineralböden 2012	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417
Organische Böden 2013	456	456	456	456	456	456	456	456	456	456
Organische Böden 2012	456	456	456	456	456	456	456	456	456	456
Biomasse 2013	-279	-263	-292	-245	-271	-259	-243	-235	-242	-228
Biomasse 2012	-276	-260	-289	-242	-268	-255	-240	-232	-238	-225
Tote org. Substanz 2013	182	183	183	183	184	184	185	185	185	186
Tote org. Substanz 2012	190	190	191	191	192	192	193	193	193	194
[Gg CO ₂ a-1]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2013	776	-148	-213	-284	12	-13	328	375	445	550
Gesamt 2012	834	-93	-160	-240	57	30	364	410	479	592
Mineralböden 2013	371	399	426	453	480	507	524	541	558	581
Mineralböden 2012	417	441	465	489	513	538	552	567	582	583
Organische Böden 2013	456	467	477	487	497	507	505	502	500	500
Organische Böden 2012	456	467	477	487	497	507	505	502	500	493
Biomasse 2013	-237	-1.092	-1.194	-1.303	-1.044	-1.106	-769	-737	-682	-592
Biomasse 2012	-233	-1.083	-1.184	-1.298	-1.035	-1.097	-764	-731	-676	-517
Tote org. Substanz 2013	186	78	78	79	79	79	68	69	69	61
Tote org. Substanz 2012	194	82	82	82	82	82	71	72	72	32
[Gg CO ₂ a-1]	2010									
Gesamt 2013	512									
Gesamt 2012	535									
Mineralböden 2013	603									
Mineralböden 2012	584									
Organische Böden 2013	500									
Organische Böden 2012	486									
Biomasse 2013	-625									
Biomasse 2012	-567									
Tote org. Substanz 2013	61									
Tote org. Substanz 2012	32									

positiv: Emission; negativ: Senke

7.6.8 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5. E)

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

7.7 Sonstiges Land (5.F)

7.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (5. F)

Da es sich bei den unter der Kategorie „Sonstiges Land“ geführten Flächen per Definition um vom Menschen nicht bewirtschaftetes Land handelt, werden nur die Flächengrößen zur Vervollständigung der Flächenmatrix aufgeführt. Emissionen im Sinne von IPCC-LULUCF können nicht auftreten und damit nicht berichtet werden.

7.7.2 Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.F)

Siehe Kapitel 7.1.3.

7.7.3 Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.F)

Folgende im ATKIS[®] ausgewiesenen Objektarten werden im deutschen Berichtssystem LULUCF der Kategorie „Other Land“ zugeordnet: „Fläche z.Z. unbestimmbar“ (Ob.-Nr. 4199) und „vegetationslose Fläche“ (Ob.-Nr. 4120). Identifizierung und Zuordnung der Flächen erfolgte nach den in Kapitel 7.1.4 beschriebenen Algorithmen.

7.7.4 Methodische Aspekte (5. F)

Sonstige Flächen werden nur als Ausgangskategorie von Landnutzungsänderungen zu anderen Kategorien in der Emissionsberechnung berücksichtigt. Rückumwandlungen zu Sonstigen Flächen finden nicht statt, da definitionsgemäß einmal genutztes Land nicht mehr in eine ungenutzte Landnutzungskategorie überführt werden kann.

Die Kohlenstoffvorräte in Biomasse, Totholz und toter organischer Substanz in Sonstigen Flächen sind Null.

Die Kohlenstoffvorräte in Mineralböden in Sonstigen Flächen sind in Kapitel 7.1.5 und 19.5.2 gezeigt.

Organische Böden in Sonstigen Flächen sind nicht gedraint.

7.7.5 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. F)

Die Bestimmung der Unsicherheiten für Emissionsfaktoren und Aktivitätsdaten erfolgten gemäß der Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (IPCC 2000) (siehe Kapitel 19.5.4).

Die Zeitreihe ist vollständig und konsistent.

7.7.6 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. F)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

7.7.7 Quellspezifische Rückrechnungen (5. F)

Entfällt, da in dieser Kategorie keine Treibhausgasquellen und -senken berichtet werden.

7.7.8 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (5. F)

Entfällt, da in dieser Kategorie keine Treibhausgasquellen und -senken berichtet werden.

7.8 Andere Bereiche (5.G)

CRF 5.G	Gas	HK	1990		2011		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
Other (CRF 5.E)	CO ₂	-	-/-	116,8	0,01%	64,3	0,01%	-44,93%

Die folgenden Emissionen werden unter 5.G berichtet:

- CO₂-Emissionen aus der Kalkung von Wäldern (siehe Kapitel 7.2.4.6.1). Für die Kalkung von Wäldern gibt es keine Möglichkeit diese Werte in den CRF-Tabellen unter 5.A einzugeben. Deshalb wurde in der CRF-Tabelle 5 (IV), unter 5.G „Other“, die Kalkung von Wäldern eingetragen.

8 ABFALL UND ABWASSER (CRF SEKTOR 6)

8.1 Übersicht (CRF Sektor 6)

Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland, Abfall & Abwasser
(ohne CO₂ aus LULUCF)

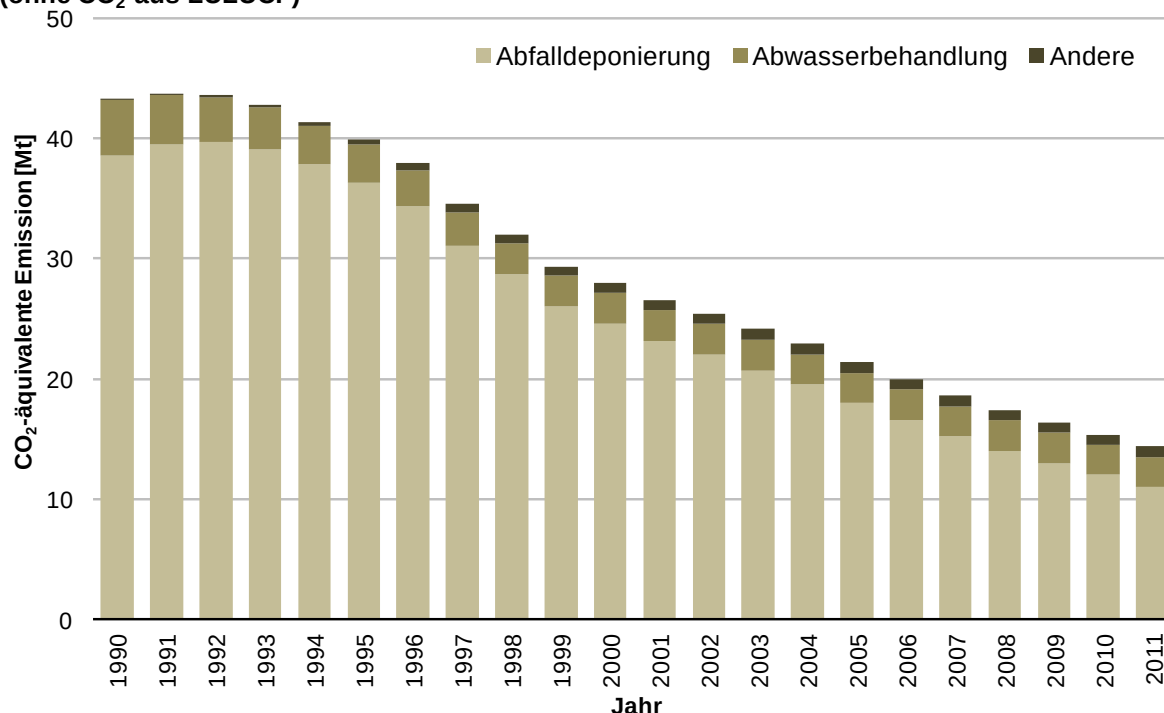


Abbildung 69: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 6

8.2 Abfalldeponie (6.A)

CRF 6.A	Gas	HK	1990 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		2011 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Trend
solid waste disposal on land (managed) (CRF 6.A.1)	CH ₄	L T/T2	38.598,0	(3,17%)	11.046,0	(1,19%)	-71,38%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CH ₄	Tier 2	NS	CS/D

Die Quellgruppe *Abfalldeponie* ist für CH₄-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Für die deutsche Emissionsberichterstattung unter CRF 6.A ist nur die geordnete Deponierung (6.A.1) von Relevanz. Die so genannte wilde Deponierung (CRF 6.A.2) ist in Deutschland gesetzlich verboten.

Nachdem andere Abfallbehandlungsmethoden für biologisch abbaubare Anteile des Mülls zunehmend an Bedeutung gewinnen, werden seit 2004 die Emissionen aus der Kompostierung und der Mechanisch-Biologischen Abfallbehandlung (MBA) berichtet. Diese werden unter der Kategorie 6.D Andere berichtet.

Der Quellgruppe 6.A Festmülldeponierung an Land sind im ZSE der deponierte Hausmüll und Klärschlamm zugeordnet.

8.2.1 Geordnete Deponierung – Deponierung von Siedlungsabfällen (6.A.1)

8.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.A.1)

In der Zeit seit 1990 und auch schon davor wurden in der Abfallwirtschaft in Deutschland eine Reihe von gesetzlichen Regelungen erlassen und organisatorische Maßnahmen in die Wege geleitet, welche die Entwicklung der Emissionen aus der Abfalldeponierung stark beeinflusst haben. Hierzu gehören die verstärkte Sammlung von Bioabfällen aus Haushalten und Gewerbe, die verstärkte Sammlung von anderen Wertstoffen wie Glas, Papier/Pappe, Metalle und Kunststoffe und die getrennte Sammlung von Verpackungen und deren Verwertung. Daneben wurde die Verbrennung von Siedlungsabfällen ausgeweitet sowie die mechanisch-biologische Behandlung von Restabfällen eingeführt. Diese Maßnahmen hatten zur Folge, dass sich die Menge der deponierten Siedlungsabfälle von 1990 bis 2006 sehr stark reduziert und seit 2006 auf einen niedrigen Niveau eingependelt hat (siehe Abbildung 70). Aus der Abbildung wird deutlich, dass in Deutschland heute mehr als die Hälfte der anfallenden Siedlungsabfälle getrennt gesammelt und stofflich verwertet wird (getrennte Wertstoffe und Bioabfallsammlung). Offizielle statistische Daten (*STATISTISCHES BUNDESAMT* Fachserie 19, Reihe 1 Abfallentsorgung 2010 vom 12. Juli 2012) existieren bis zum Jahr 2010. Für die Aktivitätsraten für das Jahr 2011 wurden die Daten von 2010 unverändert fortgeschrieben. Dies gilt auch für die Quellgruppe 6A und 6.D.

In der Bundesrepublik Deutschland wurden im Jahre 2004 etwa 330 Deponien für Siedlungsabfall betrieben. Strenge rechtliche Anforderungen verlangen bereits zu diesem Zeitpunkt technische Einrichtungen zur Fassung und Behandlung des Deponiegases und gewährleisteten eine weitgehende Minderung der Methanemissionen dieser Anlagen. Durch die neuen, weitergehenden Anforderungen der Abfallablagerungs- und der Deponieverordnung wurden im Juni 2005 mehr als die Hälfte der Deponien geschlossen, so dass gegenwärtig nur noch etwa 150 Siedlungsabfalldeponien betrieben werden. Seit Juni 2005 ist die Deponierung von biologisch abbaubaren Abfällen nicht mehr zugelassen. Mit anderen Worten eine Deponierung von Abfällen mit signifikanter Methanbildung ist seit Juni 2005 nicht mehr möglich. Zur Einhaltung dieser Anforderungen ist eine Vorbehandlung der Siedlungsabfälle und anderer biologisch abbaubarer Abfälle durch thermische oder mechanisch-biologischen Verfahren erforderlich. Aus der Ablagerung nach dem Jahr 2006 tragen nur noch wenige Abfallkomponenten mit sehr geringem Methanbildungspotenzial (z.B. Behandlungsrückstände der MBA, geringe Holzgehalte aus aufbereitetem Bauschutt) zur Deponiegasbildung bei. Mit dem Abklingen der Deponiegasbildung älterer Ablagerungen werden sich die Methanemissionen aus Deponien nochmals sehr weitgehend mindern und langfristig auf einem sehr niedrigen Niveau stabilisieren.

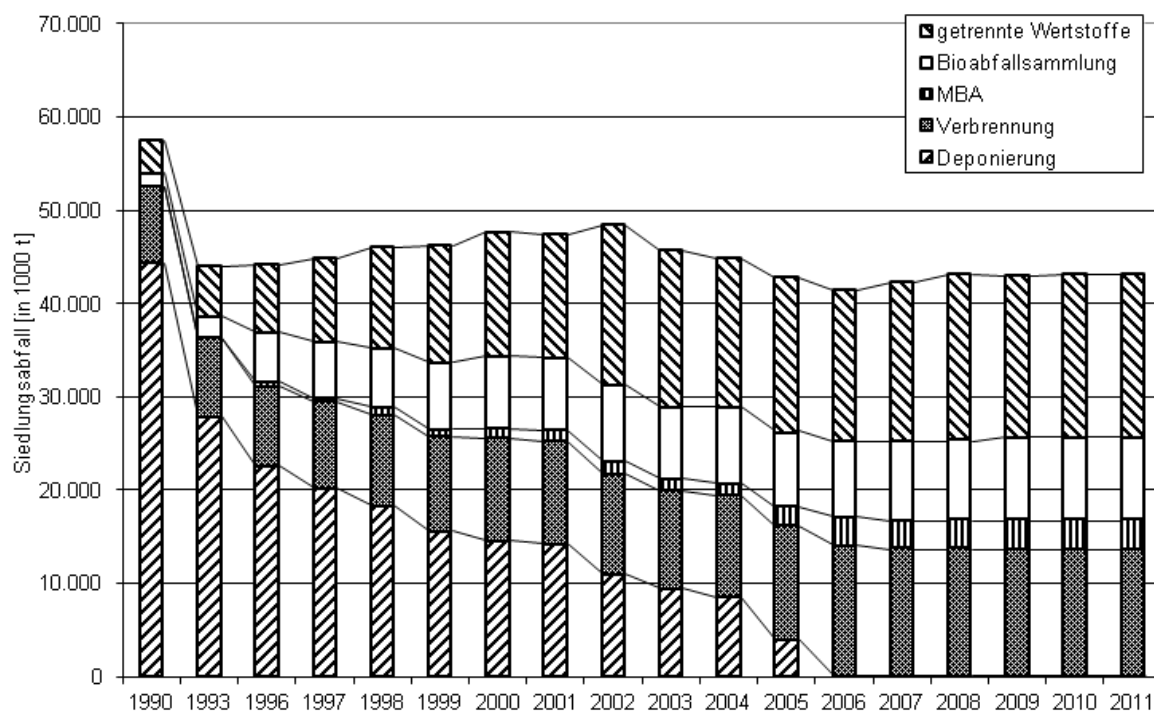


Abbildung 70: Die Veränderung der Entsorgungspfade des Hausmülls zwischen 1990 und 2011 mit Zwischenjahren

Mit der Minderung der Methanemissionen aus Deponien von 1,8 Mio. Mg im Jahr 1990 auf 0,5 Mio. Mg im Jahr 2011 leistete die Abfallwirtschaft in Deutschland einen bedeutenden Beitrag zum Klimaschutz. Diese rückläufigen Methanemissionen der Quellgruppe 6.A.1 entsprechen 30 Mio. Jahrestonnen CO₂-Äquivalente und damit einer Minderung der gesamten Treibhausgasemissionen Deutschlands um ca. 3 %. Die Erfahrungen der deutschen Abfallwirtschaft zeigen, dass die Reduktion der abgelagerten Mengen biologisch abbaubarer Abfälle deutlich höhere Beiträge zum Klimaschutz erbringen kann als Fassung und Behandlung des Deponiegases.

8.2.1.2 Methodische Aspekte (6.A.1)

In den *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (IPCC 1996b) werden zwei Methoden zur Bestimmung von Methanemissionen auf Abfalldeponien vorgegeben, die sog. Default Methode (Tier 1) „Massenbilanz-Ansatz“ und die „First Order Decay Methode“ (kurz: FOD-Methode bzw. Tier 2). Während bei der Default Methode davon ausgegangen wird, dass Methan sich vollständig in dem Jahr bildet, in dem der Abfall deponiert wird, bildet die FOD-Methode durch den kinetischen Ansatz die realitätsnahe zeitliche Entwicklung der Methanbildung über mehrere Jahre ab.

Die Tier 1 Methode ist aus mehreren Gründen für die Bestimmung der Emissionen in Deutschland unzureichend:

IPCC *Good Practice Guidance* (IPCC, 2000) gibt vor, dass die First Order Decay Methode angewandt werden sollte, wenn die Quellgruppe 6.A eine Hauptkategorie darstellt. Derzeit ist in Deutschland diese Quellgruppe hinsichtlich der Emissionshöhe und dem Trend eine Hauptkategorie.

Die Default Methode führt insbesondere dann zu einer Unterschätzung der Emissionen, wenn die deponierten Abfallmengen rückläufig sind, was in Deutschland der Fall ist. Daher wurden die CH₄-Emissionen im Folgenden mit der FOD-Methode (Tier 2) berechnet.

Im Folgenden wird die FOD-Methode zur Bestimmung der Methanerzeugung auf Deponien und die verwendeten Parameter näher erläutert. Die FOD-Methode wird nach Gleichung 46 berechnet.¹⁰⁰

Gleichung 46: (IPCC 2000 Good Practice Guidance, Gleichung 5.1)

$$CH_4 \text{ erzeugt im Jahr } t \text{ (Gg / Jahr)} = \sum_x [(A * k * MSW_T(x) * MSW_F(x) * L_0(x) * e^{-k(t-x)})]$$

$$\text{mit : } L_0(\text{GgCH}_4 / \text{kgAbfall}) = MCF * DOC * DOC_F * F * 16/12$$

für x = erstes Jahr bis t

mit:

t	= Inventarjahr
x	= Jahr, ab welchem die Betrachtung beginnt und Mengendaten erfasst wurden
$MSW_T(x)$	= Gesamtmenge Siedlungsabfall
$MSW_F(x)$	= Anteil des deponierten Siedlungsabfalls
A	= $(1 - e^{-k})/k$ = Normalisierungsfaktor, der die Summe korrigiert
k	= konstante Methanerzeugungsrate (1/Jahr)
L_0	= Methanerzeugungspotential
$MCF(x)$	= Methankorrekturfaktor für das Jahr x
$DOC(x)$	= abbaubarer organischer Kohlenstoff im Jahr x (Anteil)
DOC_F	= Anteil des in Deponiegas umgewandelten DOC
F	= Anteil des CH ₄ am Deponiegas
$16/12$	= Umrechnung von C zu CH ₄

Es wurde ein Multi-Phasen-Modell verwendet, das für die einzelnen Abfallfraktionen nach Gleichung 46 mit verschiedenen Halbwertszeiten rechnet und anschließend summiert.

Für das Endergebnis der CH₄-Emissionen wird dann das erfasste und abgefackelte oder energetisch genutzte Methan abgezogen, außerdem wird ein Korrekturfaktor angewandt, der die Oxidierung des Methans in den Deckschichten der Deponien berücksichtigt, wie Gleichung 47 widerspiegelt:

Gleichung 47 (IPCC Guidelines, Gleichung 5.1):

$$CH_4 \text{ emittiert in Jahr } t \text{ (Gg/Jahr)} = (CH_4 \text{ erzeugt in Jahr } t - R(t)) \cdot (1 - OX)$$

Wobei:

$R(t)$	= CH ₄ -Erfassung im Jahr t
OX	= Oxidationsfaktor (Anteil)

Sowohl für Tier 1 als auch Tier 2 müssen die Mengen an Siedlungsabfall (MSW_T) sowie der Anteil des deponierten Siedlungsabfalls (MSW_F) bestimmt werden, für Tier 2 muss das Aufkommen an Siedlungsabfall für die letzten Dekaden ermittelt werden. Der deponierte Siedlungsabfall soll nach IPCC Good Practice Guidance (2000) differenziert nach Abfallarten abgeschätzt werden, da im Weiteren berücksichtigt werden muss, dass die einzelnen Abfallarten unterschiedliche DOC-Werte aufweisen.

¹⁰⁰ Eine ausführliche Beschreibung der FOD-Methode und ihrer Parameter ist zu finden in den Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories im Greenhouse Gas Inventory Reference Manual, kurz: IPCC Guidelines, (IPCC 1996b) sowie in den IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, kurz: Good Practice Guidance, (IPCC 2000).

8.2.1.2.1 Deponierte Abfallmengen

Das FOD-Modell berechnet die Emissionen aus dem deponierten Siedlungsabfall, dem deponierten Industrieabfall und dem deponierten Klärschlamm.

Das Aufkommen an deponierten Siedlungsabfällen (Haus- und Gewerbemüll) werden den Statistiken des Statistischen Bundesamtes entnommen, die auf jährlichen Erhebungen der Art, Herkunft und Verbleib der Abfälle und auf zweijährigen Erhebungen bestimmter Ausstattungsmerkmale der befragten Abfallanlagen beruhen. Die Erhebungen der deponierten Mengen an Siedlungsabfällen in den alten Bundesländern begannen auf Grundlage des Umweltstatistikgesetzes von 1974 im Jahr 1975. Die Abfallmengen für den Zeitraum von 1950 bis 1975 wurden auf Grundlage der Bevölkerungsdaten extrapoliert.

Für die neuen Bundesländer liegen für die Jahre 1990 und 1993 nach Bundesländern differenzierte Daten zu den deponierten Siedlungsabfallmengen vor. Für die 80er Jahre der DDR hat LALE (2000) Daten vorgelegt, die Aufschluss über die deponierten Abfallmengen pro Kopf, die Abfallzusammensetzung, die Deponietypen und die Art der Ablagerung gibt. Die deponierten Abfallmengen pro Kopf lagen mit 190 kg/Person in der ehemaligen DDR deutlich niedriger als in den alten Bundesländern (330 kg/Person, Jahr). Dies hängt mit einem hohen Verwertungsgrad der Abfälle in der ehemaligen DDR zusammen. 1990, im Jahr der Wiedervereinigung, stiegen die deponierten Abfallmengen in den neuen Bundesländern sehr stark und die Pro-Kopf-Mengen lagen sogar über den alten Bundesländern, weil in diesem Jahr einerseits die bestehenden Verwertungssysteme zusammenbrachen, andererseits eine Flut neuer Produkte verfügbar war, die zu hohen Ersatzkäufen und zu einer stark erhöhten Menge an Verpackungsabfällen führte. Nach 1990 nähern sich dann die Abfallmengen pro Person in beiden Teilen Deutschlands langsam an. Die nicht verwerteten Abfallmengen wurden in der ehemaligen DDR vollständig deponiert.

Seit 1996 veröffentlicht das Statistische Bundesamt differenzierte Daten zur Abfalldeponierung in der Industrie. Im Inventar werden die deponierten Abfallmengen aus folgenden Industriebranchen berücksichtigt:

- Abfälle aus der Landwirtschaft, Gartenbau, Forstwirtschaft, Fischerei und der Verarbeitung von Nahrungsmitteln
- Abfälle aus der Holzverarbeitung
- Abfälle aus der Herstellung von Zellstoff, Papier und Karton
- Abfälle aus der Textilindustrie
- Verpackungsabfälle
- Die Holzanteile aus Bau- und Abbruchabfällen (Daten seit 1975)

Die deponierten Abfallmengen aus der Industrie zwischen 1975 und 1996 wurden auf Basis der gesamten deponierten Abfallmengen abgeleitet. Die Gesamtmengen umfassen die Industrieabfälle, weisen diese allerdings nicht gesondert aus. Extrapolationen zwischen Abfallaufkommen und Produktionsdaten der betroffenen Sektoren für den Zeitraum 1996 bis 2002 ergaben keine befriedigenden statistischen Zusammenhänge. Während die Produktionsdaten steigen, sank das Abfallaufkommen teilweise deutlich, weil Veränderungen in den Produktionsprozessen stattfanden. Aufgrund des fehlenden statistischen Zusammenhanges wurden die deponierten Abfallmengen zwischen 1950 und 1975 konstant gehalten. Auf die Emissionen des Basisjahres wirken sich Veränderungen der Annahmen zu den industriellen Abfällen im Zeitraum 1950 bis 1970 nur sehr marginal aus.

Daten zur Deponierung von Klärschlämmen aus der öffentlichen und industriellen Abwasserentsorgung liegen seit 1975 für die alten Bundesländer vor und wurden für den Zeitraum vor 1975 über die Bevölkerungsdaten (öffentliche Abwasserentsorgung) bzw. der Annahme von konstanten Klärschlamm-Mengen (Industrieabfälle) extrapoliert. Auch hier haben veränderte Annahmen zu den industriellen Mengen für den Zeitraum 1950-1970 nur einen geringen Einfluss auf die Emissionen des Basisjahrs, weil die Abbaurate des Klärschlammes auf Deponieren durch eine kurze Halbwertszeit von 4 Jahren gekennzeichnet ist.

8.2.1.2.2 Abfallzusammensetzung

Für die Inventarberechnungen wurden zahlreiche Studien zur Abfallzusammensetzung ausgewertet, um die Abfallfraktionen im historischen Verlauf zu bestimmen. In den Jahren 1980 und 1985 wurde die Abfallzusammensetzung für das gesamte Gebiet der ehemaligen Bundesrepublik ermittelt (UBA 1983, 1986). Für den nachfolgenden Zeitraum gibt es eine sehr große Zahl an einzelnen Studien einzelner Städte, Landkreise oder Bundesländer, die teilweise bereits in übergreifenden Studien ausgewertet und zusammengefasst wurden. Aus diesen Angaben wurden Zeitreihen der Abfallzusammensetzung zwischen 1980 und 2005 bestimmt (siehe Abbildung 71). Eine solche Auswertung vorhandener Studien wurde sowohl für Hausmüll, als auch für hausmüllähnliche Gewerbeabfälle und für Sperrmüll durchgeführt, die in den nationalen Statistiken getrennt ausgewiesen werden. Für die Abfallzusammensetzung der neuen Bundesländer wurden die Angaben aus LALE (2000) für die 80er Jahre der ehemaligen DDR übernommen (Zusammensetzung des Hausmülls: 28 % Vegetabilien, 14 % Papier/Pappe, 2,3 % Holz, Gummi, Verbundstoffe, 3 % Textilien; der Hausmüll machte aber nur 16 % der gesamten deponierten Abfallmengen aus). Die deponierten Siedlungsabfälle in der ehemaligen DDR sind durch einen geringeren Anteil an biologisch abbaubaren Materialien und durch hohe anorganische Fraktionen (vor allem Asche aus dem Hausbrand) charakterisiert. Nahrungsmittelabfälle wurden gesammelt und als Futtermittel verwertet, deren Verfügbarkeit während bestimmter Zeiträume knapp war. Papier wurde gesammelt und war ebenfalls eine knappe Ressource. Holz und Papier wurden häufig in Öfen zu Heiz- und Kochzwecken verfeuert. Das SERO-Verwertungssystem erfasste effizient den relativ geringen Anteil an Kunststoffverpackungen, Glas gab es in Pfandsystemen bzw. wurde ebenfalls gesammelt. Insgesamt war die Ökonomie der ehemaligen DDR vor allem durch die Knappheit von Ressourcen gekennzeichnet, was zu einer effizienten Abfallverwertung führte. Die deponierten Abfallmengen der Haushalte bestanden zu großen Anteilen aus Asche aus dem Hausbrand.

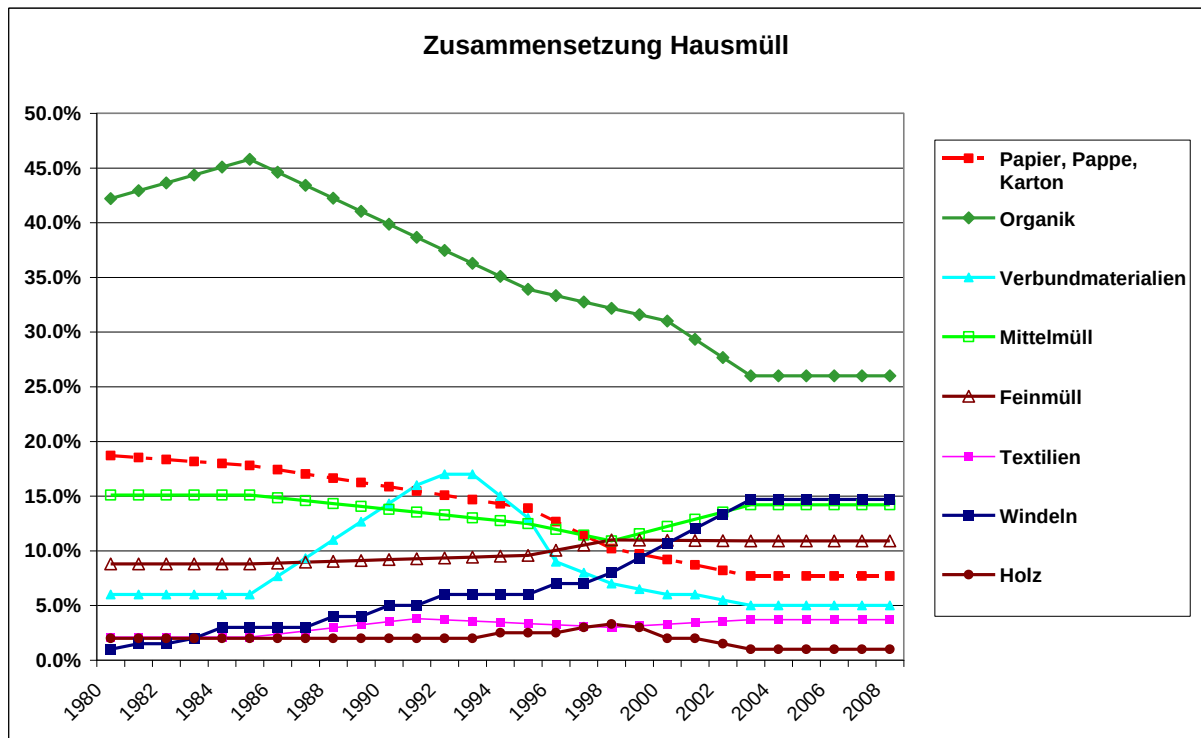


Abbildung 71: Trend in der Zusammensetzung des Hausmülls (ABL) zwischen 1980 und 2009

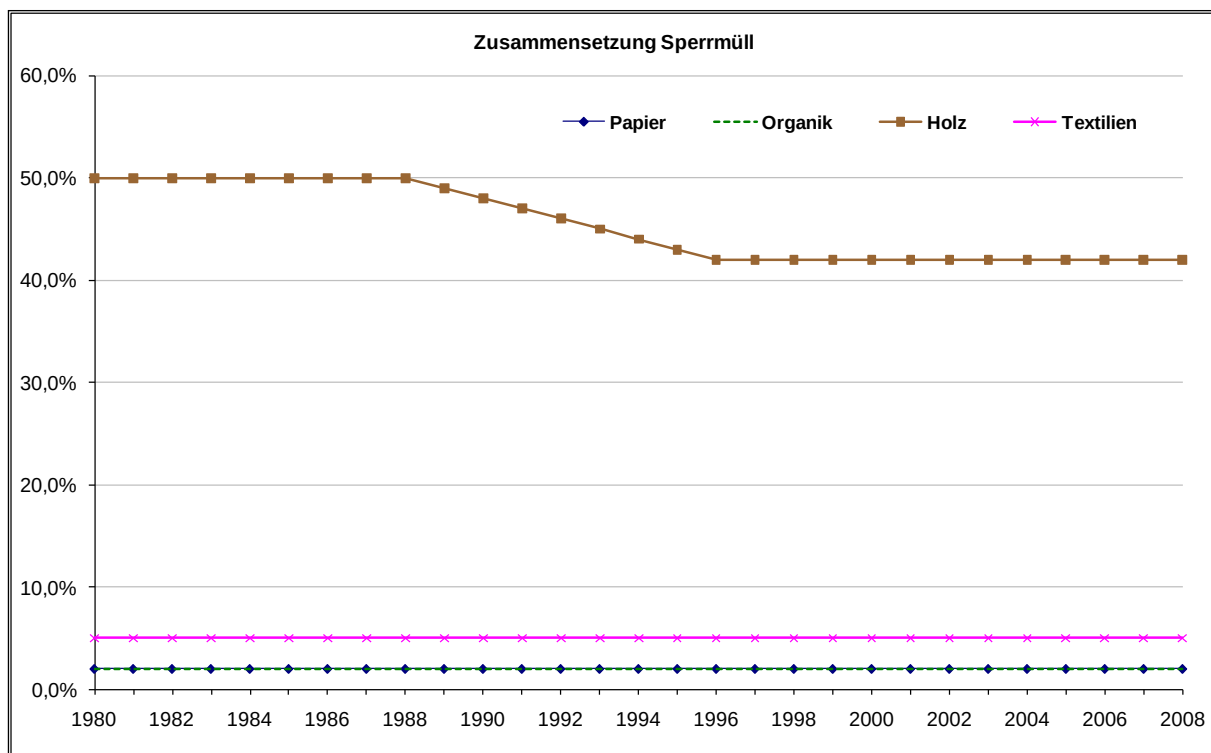


Abbildung 72: Trend in der Zusammensetzung des Sperrmülls (ABL) zwischen 1980 und 2008

Seit dem 1. Juni 2005 dürfen in Deutschland nur noch Abfälle mit einem Gesamtkohlenstoffgehalt $< 3\%$ und mechanisch-biologisch behandelte Siedlungsabfälle abgelagert werden. Die nach diesem Zeitpunkt abgelagerten Abfallmengen sind stark zurückgegangen und tragen nur noch in sehr geringem Maße zur Gasbildung bei. Tabelle 292 beschreibt die Entwicklung der Mengen der biologisch abbaubaren Abfälle, die deponiert wurden. Gegenüber 2009 verringern sich die biologisch abbaubaren Abfallfraktionen weiter. In der

offiziellen Abfallstatistik (DESTATIS, Fachserie 19, Reihe 1, 2010) werden für 2010 keine Abfälle aus dem Bereichen Klärschlamme und Garten- und Parkabfälle gelistet. Für 2011 liegen noch keine Daten vor. Es wird daher davon ausgegangen, dass die Abfallmengen und –zusammensetzungen gegenüber 2010 konstant sind.

Tabelle 292: Mengen an biologisch abbaubaren Abfällen, die zwischen 2002 und 2010 deponiert wurden, aufgeteilt nach Abfallfraktionen

Abfallfraktion	Einheit	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Organik	1000 t	2.050	2.227	1.667	785	1	0	0	0
Garten- und Parkabfälle	1000 t	186	137	211	160	94	116	134	98
Papier	1000 t	1.448	1.515	995	499	26	12	9	3
Textilien	1000 t	336	376	293	135	5	3	2	1
Holz	1000 t	687	529	438	199	20	24	18	13
Windeln	1000 t	920	1.215	906	429	0	0	0	0
Windeln + Textilien	1000 t	1.256	1.592	1.199	564	5	3	2	1
Verbundstoffe	1000 t	379	414	309	146	7	5	4	2
Klärschlamm	1000 t TM	413	398	348	634	130	129	133	661
MBA Output	1000 t	0	0	743	1.092	665	545	616	647
Abfallfraktion	Einheit	2010	2011						
Organik	1000 t	1	1						
Garten- und Parkabfälle	1000 t	1	0						
Papier	1000 t	5	5						
Textilien	1000 t	2	2						
Holz	1000 t	1	1						
Windeln	1000 t	0	0						
Windeln + Textilien	1000 t	1	1						
Verbundstoffe	1000 t	3	3						
Klärschlamm	1000 t TM	0	0						
MBA Output	1000 t	538	538						

In der Inventarüberprüfung in 2010 verlangte das Überprüfungsteam, dass auch CH₄ – Emissionen aus deponierten MBA-Reststoffen in die Berechnung der Emissionen aus der Deponierung einbezogen werden sollten. Diese Fraktion wurde inzwischen einbezogen, es gibt jedoch weder eine eindeutige Methode, noch geeignete nationale Parameter für diese Abfallkategorie. Es liegen auch noch keine Ergebnisse über das Verhalten von deponierten MBA-Abfällen aus der realen Deponierung vor, sondern lediglich Laborergebnisse, so dass diese Ergebnisse mit sehr hohen Unsicherheiten behaftet sind und die tatsächlichen Emissionen aus den deponierten MBA-Abfällen wahrscheinlich wesentlich geringer sind.

Entsprechend der Empfehlungen aus der Inventarüberprüfung 2010 (Paragraph 146, FCCC/ARR/2010/DEU) werden seit der Berichterstattung 2011 zusätzliche Informationen zur Verfügung gestellt. Tabelle 293 stellt die deponierte Abfallmenge pro Kopf und Tag zwischen 1990 und 2011 dar. Diese Werte entsprechen nicht der Pro-Kopf-Rate des Abfallaufkommens, die als weitere Information in den CRF-Tabellen berichtet werden soll. Letztere umfasst das Gesamtaufkommen des Hausmülls unter Berücksichtigung aller Entsorgungspfade und wird für die kommende Berichterstattung berechnet werden.

In Deutschland hat die Deponierung von Siedlungsabfällen seit 2005 sehr stark abgenommen; dieser Trend spiegelt sich auch in der Pro-Kopf-Rate wider.

Tabelle 293: Pro-Kopf-Mengen an deponierten Hausmüll

	Einheit	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004
Deponierte Abfallmenge pro Kopf	kg/Kopf/Tag	1,389	0,655	0,284	0,327	0,211	0,226	0,196
	Einheit	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Deponierte Abfallmenge pro Kopf	kg/Kopf/Tag	0,135	0,031	0,027	0,030	0,048	0,019	0,019

8.2.1.2.3 F (Methankorrekturfaktor)

Abfälle wurden bis zur Schaffung des ersten Abfallgesetzes 1972 zumeist auf ungeordnete Deponien gebracht, die nach 1972 geschlossen wurden. Nach 1972 wurden die Abfälle auf geordnete Deponien verbracht. Für den MCF wurde daher für die ABL der Default-Wert von 0.6 für „nicht zugeordnete Deponien“ angenommen, nach 1972 ein MCF von 1.

Für das Gebiet der ehemaligen DDR liegt eine Erhebung aus dem Jahre 1989 vor, nach der 120 geordnete Deponien, ca. 1000 kontrollierte Ablagerungen und ca. 10.000 wilde Müllkippen erfasst wurden (MNUW, 1990). Von den rund 13.000 Ablagerungsstandorten waren 11.000 für Hausmüll und 2.000 für industrielle Abfälle, letztere waren überwiegend betriebseigene Anlagen (BMU, 1990: S. 28). Für das Gebiet der ehemaligen DDR wurde daher für den Zeitraum von 1970 bis 1990 ein MCF von 0.6 (Default für nicht zugeordnete Deponien) angenommen. Mit der Wiedervereinigung wurde das bundesdeutsche Abfallgesetz auf die Gebiete der NBL ausgedehnt und Übergangsregelungen stellten sicher, dass sowohl stillgelegte als auch in Betrieb befindliche Anlagen, in denen Abfälle erzeugt oder entsorgt wurden bzw. werden, erfasst wurden und dass erforderliche Sanierungsmaßnahmen eingeleitet wurden. (BMU, 1990: S. 46) Wilde Mülldeponien wurden 1990 geschlossen, weiter zu betreibende Anlagen wurden gesichert, saniert und nach Standard des bundesdeutschen Abfallrechtes ausgebaut sowie neue Standorte für neu zu errichtende Anlagen gesucht. Ab dem Jahr 1990 erfasst das Statistische Bundesamt beide Gebietsteile. Für die Berechnung wird nach 1990 ein MCF von 1 für das gesamte Bundesgebiet angenommen.

8.2.1.2.4 DOC

Für DOC, den Anteil des abbaubaren organischen Kohlenstoffs im Abfall, werden nationale Daten sowie Default-Faktoren des IPCC verwendet. Eine Übersicht über die verwendeten DOC-Werte ist in folgender Tabelle 294 enthalten.

Tabelle 294: Verwendete DOC-Werte

Fraktion	DOC	Quelle
Organik	18%	Verschiedene nationale Studien weisen höhere DOC- Gehalte als der IPCC default aus
Garten- und Parkabfälle	20%	Nationaler Wert
Papier und Pappe	40%	IPCC Default
Holz und Stroh	43%	Nationaler Wert liegt etwas höher als IPCC default
Textilien	24%	Nationaler Wert
Windeln	24%	Nationaler Wert
Verbundstoffe	10%	Nationaler Wert
Klärschlamm	50%	IPCC default für Klärschlamm bezogen auf Trockenmasse
MBA Abfälle	2,3%	Nationaler Wert

8.2.1.2.5 DOC_F

DOC_F , der Anteil des in Deponiegas umwandelbaren DOC, wird für Siedlungsabfall mit 50 % angenommen, was auf einer nationalen Studie (RETTENBERGER et al, 1997: S. 277) basiert. Dieser Wert liegt im Rahmen der IPCC Defaults von 0.5-0.6.

8.2.1.2.6 F = Anteil des CH₄ am Deponiegas

Für F wird 50%, der Mittelwert aus der Bandbreite des IPCC Default-Wertes, angenommen. Dieser Wert basiert auf Daten des Statistischen Bundesamtes für die Jahre 2004, 2006 und 2008 (STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 19 Reihe 1).

8.2.1.2.7 Halbwertszeit

Das Berechnungsmodell ist ein Multi-Phasen-Modell, das die unterschiedlichen Halbwertszeiten der verschiedenen Abfallfraktionen berücksichtigt. Tabelle 295 dokumentiert die verwendeten Halbwertszeiten sowie die Methanerzeugungsrate für die Abfallfraktionen. Um der Empfehlung aus der Inventarüberprüfung in 2010 zu entsprechen (Paragraph 146, FCCC/ARR/2010/DEU), wurden für die Berichterstattung ab 2011 zusätzliche Informationen aufbereitet. Die konstante Methanerzeugungsrate, die in der FOD-Methode auftaucht, entspricht der Zeit, die für die Zersetzung des abbaubaren organischen Kohlenstoffs im Abfall auf die Hälfte seiner Ausgangsmasse benötigt wird. Sie kann daher aus den jeweiligen Halbwertszeiten der unterschiedlichen Fraktionen entsprechend Gleichung 48 abgeleitet werden.

Gleichung 48: [\(IPCC 2000 Good Practice Guidance, Kapitel 5.1.1.2\)](#)

$$k = \ln 2 / t_{1/2}$$

Da die konstante Methanerzeugungsrate, bzw. die Halbwertszeiten für die einzelnen Abfallarten separat berücksichtigt werden, wurde in der CRF-Tabelle 'Table6.A,C' kein universeller Wert angegeben, sondern der Notation key 'IE' verwendet.

Tabelle 295: Halbwertszeiten und konstante Methanerzeugungsrate der Abfallfraktionen

Abfallart	Halbwertszeit (Jahre)	CH ₄ Erzeugungsrate (k-Wert)
Nahrungsmittelabfälle	4	0,173
Garten/Parkabfälle	7	0,099
Papier / Pappe	12	0,058
Holz	23	0,030
Textilien / Windeln	12	0,058
Verbundstoffe	12	0,058
Klärschlamm	4	0,173
MBA-Abfälle	12	0,058

8.2.1.2.8 Deponiegasnutzung

Mit der TA Siedlungsabfall von 1993¹⁰¹ wurde die Gasfassung auf den Siedlungsabfalldeponien Teil der Genehmigungsvoraussetzung. In der Neufassung des Umweltstatistikgesetzes in 2005 wurde verankert, dass das Statistische Bundesamt künftig die Deponiegaserfassung in seinen Umfragen berücksichtigt und veröffentlicht. Für die Jahre 2004, 2006 und 2008 wurden in der Fachserie 19 vom 12.07.2012 nur Daten zur Deponiegasfassung und -nutzung auf Deponien in der Ablagerungs- und Stilllegungsphase veröffentlicht. Daten zur Gasfassung für den gesamten Deponiebestand, d.h. einschließlich der Deponien in der Nachsorgephase wurden erstmals für das Jahr 2010 erhoben.

In der Berichterstattung der letzten Jahre wurden bei der Ermittlung der gesamten gefassten Deponiegasmengen - aufgrund der oben beschriebenen Datenlücken - Daten aus

¹⁰¹ Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von >Siedlungsabfälle (Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz) vom 14. Mai 1993

dem Energiesektor und der Fachserie 19 zusammengeführt. Die Ergebnisse für den gesamten Deponiebestand für das Jahr 2010 zeigen, dass hierbei die gefassten Deponiegasmengen der Deponien der Nachsorgephase deutlich überschätzt wurden. Daher mussten die gefassten Deponiegasmengen und damit verbundenen Methanemissionen der Deponien für die vergangenen Jahre in einer Rückrechnung korrigiert werden.

Tabelle 296: Methanfassung auf Deponien

Jahr	Gasbildung	NIR 2012		NIR 2013			
		Gefasste Gasmenge	Erfassungs- rate	Gefasste Gasmenge in Gg		Erfassungs- rate	
		in Gg	in %	Ablagerungs- u. Stilllegungsphase	Nachsorge- phase	Gesamt- menge	in %
1990	2.169	126	5,8			126	5,8
1991	2.228	136	6,1			136	6,1
1992	2.246	146	6,5			146	6,5
1993	2.223	156	7,0			156	7,0
1994	2.167	166	7,7			166	7,7
1995	2.095	176	8,4			176	8,4
1996	2.008	190	9,5			190	9,5
1997	1.906	260	13,6			260	13,6
1998	1.801	280	15,5			280	15,5
1999	1.703	349	20,5			328	19,3
2000	1.611	352	21,8			311	19,3
2001	1.520	356	23,4			293	19,3
2002	1.441	360	25,0			278	19,3
2003	1.355	363	26,8			261	19,3
2004	1.280	425	33,2	236 ⁽¹⁾	11 ⁽²⁾	247	19,3
2005	1.202	447	37,2			252	19,3
2006	1.120	460	41,1	231 ⁽¹⁾	11 ⁽²⁾	242	21,6
2007	1.026	445	43,4			221	21,6
2008	943	374	39,7	190 ⁽¹⁾	11 ⁽²⁾	201	21,3
2009	874	358	41,0			186	21,3
2010	816	347	42,5	171 ⁽¹⁾	11 ⁽¹⁾	181 ⁽¹⁾	22,2
2011	752					167	22,2

(1) Daten aus DESTATIS, Fachserie 19, Reihe 1 vom 12. Juni 2012

(2) Schätzung auf Grundlage der DESTATIS-Daten für 2010

Da nur für einzelne Jahre offizielle Statistische Daten vorliegen mussten für die Rückrechnung Datenlücken durch Extrapolation und qualifizierte Schätzungen geschlossen werden. Für die Jahre bis einschließlich 1998 wurden Gaserfassungsraten aus früheren Schätzungen weiter verwendet (Quellen und Datenherleitung siehe NIR 2012). Für die Jahre 1999 bis 2005 wurde eine Erfassungsrate von 19,3 % angenommen; diese Erfassungsrate ergibt sich aus der Gasbildung und den gefassten Deponiegasmengen des Jahres 2004. Die Erfassungsraten der Jahre 2006 und 2007 wurden aus Daten für 2006, der Jahre 2008 und 2009 aus den Daten für 2008 und der Jahre 2010 und 2011 aus den Daten für 2008 nach gleichem Ansatz ermittelt.

8.2.1.2.9 Oxidationsfaktor

Für den Faktor zur Bestimmung des Anteils an CH₄, der in der Deponiedeckschicht oxidiert wird, wurde der IPCC-Default-Wert von 0,1 für die gesamte Zeitreihe angenommen. In den frühen 90er Jahren ist zwar einerseits ein höherer Anteil an ungeordneten Deponien aus der ehemaligen DDR zu erwarten, aus einem Forschungsprojekt wurden jedoch für die Deponien der ehemaligen DDR ein nur geringes CH₄-Bildungspotential nachgewiesen, so dass für diesen Zeitraum ebenfalls der Faktor 0,1 verwendet wurde (BMBF, 1997).

8.2.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.A.1)

Die Unsicherheiten der Methode wurden für den NIR 2006 erstmals abgeschätzt.

Über den langen Zeitraum von dreißig Jahren der Aktivitätsdaten entstehen zwangsläufig Inkonsistenzen der Zeitreihen, da im Laufe der Zeit mehrfach die Abfallkategorien und die Art der Befragung verändert wurde, da die Gesetzgebung und die Abfallstatistik weiterentwickelt wurden. In Deutschland ergeben sich besondere Probleme vor allem durch die deutsche Wiedervereinigung und die Zusammenführung zweier verschiedener Wirtschafts- und statistischer Systeme. Daher mussten mit erheblichem Aufwand die Konsistenz der Daten und die Zuordnung zu den berichteten Kategorien überprüft werden, um einen möglichst konsistenten Zeitverlauf zu erhalten.

8.2.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/ -kontrolle und Verifizierung (6.A.1)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Die gewählten Parameter wurden mit den Daten anderer Staaten verglichen.

Der Pro-Kopf-Rate der Deponierung von Siedlungsabfällen (Tabelle Tabelle 293) wurde mit dem Default-Wert der Revised 1996 IPCC Guidelines verglichen (Tabelle 6-1 im Kapitel 6.2.4). Für das Jahr 1995 entspricht der Default-Wert dem nationalen Wert. In den folgenden Jahren nahmen die nationalen Werte deutlich ab – mit einer drastischen Abnahme nach 2005. Dieser Rückgang wird durch die Implementierung der weitgehenden Anforderungen der Abfallablagerungs- und der Deponieverordnung im Juni 2005 hervorgerufen.

Bei der Dateneingabe wurde die korrekte Eingabe unter anderem über die Kontrolle der Summenwerte überprüft, verschiedene Abfallkategorien wurden nur zu Zwecken der Überprüfung der korrekten Dateneingabe mitgeführt.

Das bisher verwendete nationale Berechnungsmodell wurde durch das FOD-Modell des IPCC überprüft, indem dort die gleichen Parameter und nationalen Daten eingegeben wurden. Es wurde das gleiche Ergebnis erzielt.

8.2.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (6.A.1)

Bei der Erarbeitung des NIR 2012 lagen statistische Daten für die abgelagerten Abfallmengen nur bis zum Jahr 2009 vor. Für die Rückrechnung der Emissionen des Jahres 2010 wurden daher, die mit der Fachserie 19 vom 12.07.2012 veröffentlichten aktuellen Daten genutzt. Des Weiteren erfolgte eine Rückrechnung der Deponiegasfassung für den Zeitraum ab 1999. Diese Rückrechnung war erforderlich, da für 2010 erstmals offizielle statistische Daten für die gesamten gefassten Deponiegasmengen vorgelegt wurden. Diese Daten zeigen, dass die Erfassungsraten für Deponiegas bislang deutlich zu hoch angesetzt wurden.

8.2.1.6 Geplante Verbesserungen (6.A.1)

2011/12 wurde die Restgasemissionen aus der Ablagerung mechanisch-biologische behandelter Abfälle in einem Sachverständigengutachten (IFAS, 2012) quantifiziert. Das Gutachten bestätigt, die bislang in der Emissionsberechnung angesetzten geringen Emissionsbeiträge aus der Ablagerung der MBA Abfälle. Das Gutachten liefert Hinweise zum

zeitlichen Verlauf der Methanbildung, die auf einen höheren Anteilen an Abfallbestandteilen, die mit kürzeren Halbwertszeiten abgebaut werden, hinweisen. Gegenwertig wird dieser Sachverhalt noch geprüft, ggf. werden die Halbwertszeiten / Reaktionskonstanten für MBA-Abfälle entsprechen angepasst.

Auffällig sind die im internationalen Vergleich sehr geringen Erfassungsraten des Deponiegases von etwa 20 %, obwohl nahezu allen deutschen Deponien über eine Gasfassung verfügen und aus deponietechnischer Gründen vergleichsweise günstige Rahmenbedingungen für hohe Gasfassung vorliegen. Die Ursachen dieses Widerspruchs gilt es für die zukünftige Berichterstattung aufzuklären.

8.3 Abwasserbehandlung (6.B)

CRF 6.B	Gas	HK	1990		2011		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
Domestic and Commercial Wastewater	CH ₄	-	T/-	2.226,2	(0,18%)	60,9	(0,01%)	-97,26%
Domestic and Commercial Wastewater	N ₂ O	-	-/T2	2.342,2	(0,19%)	2.414,6	(0,26%)	3,09%

Die Quellgruppe *Abwasserbehandlung* ist für CH₄-Emissionen eine Hauptkategorie nach dem Trend (siehe Tabelle 7). Aufgrund der seit 1990 stark fallenden Emissionen (-96,81 %) und des dadurch erreichten sehr geringen Emissionsniveaus (2010 bei 2,0 % des Beitrags der kleinsten im Levelverfahren identifizierten Hauptkategorie) hat die Nationale Koordinierungsstelle aus Gründen der Ressourcenpriorisierung entschieden, die für Hauptkategorien vorgesehenen höheren Ansprüche an die Methodik für diese Quellgruppe nicht umzusetzen.

Der Quellgruppe 6.B Abwasserbehandlung sind im ZSE die Abwassermenge, die Behandlung von Klärschlamm, sowie der Klärschlammfall bei Abwasserbehandlung zugeordnet.

8.3.1 Industrielle Abwasserbehandlung

8.3.1.1 Methanemissionen der industriellen Abwasserbehandlung (6.B.1)

8.3.1.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.1)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂ ,	NA	NA	NA
CH ₄	NA	NA	NA
N ₂ O	D	NS	D/CS

Die Quellgruppe Methanemissionen der industriellen Abwasser- und Schlammbehandlung (6.B.1) ist nur über die aggregierte Quellgruppe Abwasserbehandlung (6.B) eine Hauptkategorie. Sie wird zurzeit nicht berechnet.

Das STATISTISCHE BUNDESAMT weist in Fachserie 19 Reihe 2.2 (2010e, 2010f) den Abwasseranfall sowie die Struktur des Abwassersektors aus. Bei rund 75 % des Abwassers handelt es sich um Kühlwasser, welches nicht weiter behandelt wird. Etwa 96 % des Nicht-Kühlwassers wird biologisch behandelt (aerob und/ oder anaerob). Über 65 % des

behandelten industriellen Abwassers wird in kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen gereinigt, der Rest wird in eigenen Abwasseranlagen behandelt.

Die folgende Tabelle zeigt die abwasserrelevanten Industriebereiche auf. Die dargestellten Branchen haben einen Anteil von rund 90 % am entstehenden Abwasser.

Tabelle 297: Direkt eingeleitetes Abwasser mit Behandlung im Jahr 2007, nach [Statistisches Bundesamt 2010c, Tabelle 8.8]

Produktionsbereich	Mio m ³ Abwasser
Herstellung von chemischen Erzeugnissen	310
Herstellung von Papier und Pappe	234
Erzeugung und Verteilung von Energie	146
Herstellung von Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen	74
Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln, Getränken	65
Sonstige	95
Gesamt	924

Im Gegensatz zum häuslichen Abwasser ist die Zusammensetzung des industriellen Abwassers wenig homogen und stark von den einzelnen Industriezweigen abhängig. Je nach Branche unterscheiden sich die Parameter CSB und BSB₅, das Verhältnis Stickstoff : Phosphor (N:P) und Stickstoff : Phosphor : Schwefel (N:P:S) signifikant. Mögliche Bandbreiten für CSB werden in IPCC 2006c dargestellt. Die dort beschriebenen Bandbreiten bilden jedoch nur teilweise den Stand in Deutschland ab.

Die biologische Stufe der industriellen Abwasserreinigung wird in Deutschland teils aerob teils anaerob durchgeführt. Das Statistische Bundesamt (Fachserie 19, Reihe 2.2) beschreibt den Anteil der biologischen Abwasserbehandlungsanlagen in der Industrie, es wird jedoch nicht zwischen verschiedenen Techniken wie aerob und anaerob unterschieden. Insbesondere in Industrien mit hohen organischen Frachten bietet sich eine anaerobe Abwasserbehandlung an. Vorteile dieser Behandlungsart sind, dass keine großen Mengen an Sauerstoff benötigt werden, deutlich weniger Schlamm entsorgt werden muss und das entstehende Methan noch energetisch genutzt werden kann. Nach KORRESPONDENZ ABWASSER, ABFALL 2009 (S. 1147 ff) sind in Deutschland im industriellen Bereich ca. 205 Anaerobanlagen in Betrieb, die meisten davon im Bereich Nahrungsmittelproduktion und der Papier- und Pappeproduktion (Stand 2008). Ein Zuwachs an Anaerobanlagen erfolgt nur langsam.

Ähnlich wie in der Behandlung kommunaler Abwässer treten auch bei der industriellen Abwasserbehandlung keine Methanemissionen auf, die in die Umwelt gelangen.

Bei den aeroben Verfahren entstehen aufgrund der Biologie keine Methanemissionen. Methan entsteht nur bei der anaeroben Reinigung industrieller Abwässer. Methanemissionen sind jedoch vernachlässigbar gering, da anaerobe Abwasserreinigungsanlagen in Deutschland immer als geschlossene Systeme arbeiten. Das dort entstehende Methan wird gefasst und energetisch genutzt. Zusätzlich sind Sicherheitsgasfackeln installiert. Methanemissionen in die Umwelt werden dadurch vermieden. Emissionen treten lediglich bei Fehlfunktionen auf. Informationen über Leckageraten liegen nicht vor.

Die energetische Nutzung wird unter CRF 1.A.1 berichtet. Bei beiden Behandlungsarten gelangen keine Methanemissionen in nennenswertem Umfang in die Umwelt.

Die industriellen Schlammbehandlung bzw. -stabilisierung erfolgt wie die industrielle Abwasserbehandlung entweder aerob oder anaerob mit Faulgasnutzung.

8.3.1.2 Lachgasemissionen der industriellen Abwasserbehandlung (6.B.1)

8.3.1.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.1 Lachgas industriell)

Lachgasemissionen können als Nebenprodukt bei der biologischen Abwasserreinigung mit gezielter Stickstoffelimination, hauptsächlich bei der Denitrifikation, aber vermutlich auch bei der Nitrifikation, entstehen. Es wird vermutet, dass der Reduktionsschritt von N_2O zu N_2 durch verschiedene Einflussfaktoren, wie z.B. freiem Sauerstoff, hohen Nitrit-, Ammonium- und/oder Sulfidgehalten, gehemmt wird und dadurch N_2O entsteht.

Da zur Abschätzung der N_2O -Emissionen aus der kommunalen Abwasserreinigung (6.B.2) die N_2O -Emissionsfaktoren auf Basis der durchschnittlichen Pro-Kopf-Eiweißzufuhr pro Einwohner ermittelt werden, kann das Industrieabwasser komplett separat betrachtet werden. Da das Abwasser in Deutschland immer einer biologischen Abwasserreinigung unterzogen wird, ist es unerheblich, ob das Industrieabwasser in einer betrieblichen oder kommunalen Kläranlage behandelt wird.

8.3.1.2.2 Methodische Aspekte (6.B.1 Lachgas industriell)

Zur Ermittlung der Lachgasemissionen aus der industriellen Abwasserbehandlung wurden im Rahmen eines Forschungsprojektes Daten zum produktspezifischen Abwasseranfall, zur Stickstoffkonzentration und zum Gehalt an CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf) aller Industriebereiche zusammengetragen und anhand der Jahresproduktionszahlen jährliche Stickstofffrachten errechnet. Die genaue Vorgehensweise ist in UBA 2011b dokumentiert. Ein CSB:N-Verhältnis < 40 war das Entscheidungskriterium für einen Stickstoffüberschuss im Abwasser der Branche, der in der anschließenden biologischen Abwasserbehandlung Lachgasemissionen verursachen kann. Erst wenn so viel Stickstoff im Abwasser vorliegt, dass nach Einbau in die Biomasse noch ein Rest vorhanden ist, der durch die biologische Stickstoffelimination entfernt werden muss, kann davon ausgegangen werden, dass möglicherweise Lachgas bei der biologischen Abwasserreinigung emittiert wird. Der Wert ist gestützt durch das ATV-DVKK-Arbeitsblatt A 131, worin die Stickstofffracht vereinfacht mit 2 bis 2,5 % der CSB-Konzentration berücksichtigt wird. Durch die Zusammenstellung der Daten konnten die 4 relevantesten Industriebereiche identifiziert werden, die gemeinsam ca. 68 % der Stickstofffracht aus der industriellen Abwasserbehandlung liefern. Diese sind:

- Schlachten und Fleischverarbeitung,
- Milchverarbeitung,
- Verarbeitung tierischer Nebenprodukte,
- Herstellung von Bier.

Nachfolgende Tabelle enthält die mittlere produktspezifische Stickstofffracht der 4 genannten Industriebereiche und die anhand der jährlichen Produktionszahlen ermittelten Jahresstickstofffracht, die ins Rohwasser emittiert wird. Die Daten sind für 2010 gültig. Dabei wird angenommen, dass auf Grund von organisatorischen und technischen Maßnahmen eine schrittweise Reduktion auf den heutigen Stand erfolgte und die ins Abwasser abgegebene Stickstoffmenge im Jahr 1990 um 30 % höher lag (Expertenschätzung). Dabei wird für die Jahre von 1990 bis 2000 eine jährliche Reduktion der Stickstofffracht um 2

Prozentpunkte angenommen, von 2000 bis 2010 um einen Prozentpunkt (Expertenschätzung).

Tabelle 298: Spezifische Stickstofffracht, Produktionszahlen und im Jahr 2010 ins Rohabwasser emittierte Stickstofffracht der 4 relevantesten Industriebereiche

Branche	Untereinteilung	NF Mittlere spez. N-Fracht pro Einheit [g N pro Einheit]	PZ Produktionszahlen im Jahr 2010	AR Im Jahr 2010 ins Rohabwasser emittierte mittlere Stickstoff-Fracht [t N ₂ /a]
Schlachten und Fleischverarbeitung	Schweine	56 g N pro geschlachtetes Tier	58.350.146 Tiere	3.268
	Schafe	56 g N pro geschlachtetes Tier	1.048.391 Tiere	59
	Ziegen	56 g N pro geschlachtetes Tier	28.414 Tiere	2
	Rinder	224 g N pro geschlachtetes Tier	3.786.324 Tiere	848
	Pferde	224 g N pro geschlachtetes Tier	9.340 Tiere	2
	Geflügel	4,5 g N pro geschlachtetes Tier	683.114.084 Tiere	3.074
	<u>Fleischverarbeitung</u>	552,5 g N pro t erzeugte Fleischware	4.112.493 t erzeugte Fleischware	2.272
Verarbeitung tierischer Nebenprodukte		1.555 g N pro t verarbeitetes Rohmaterial	2.775.589 t verarbeitetes Rohmaterial	4.316
Milchverarbeitung		198 g N pro t verarbeitete Milch	30.353.700 t verarbeitete Milch	6.010
Herstellung von Bier		27,6 g N pro hL Verkaufsbier	93.915.576 hL Verkaufsbier	2.592
Summe				22.443

Die in Tabelle 298 dargestellte Berechnung der Aktivitätsrate AR erfolgte folgendermaßen:

$$AR = NF \times PZ \times 10^{-6}$$

mit:

AR = Aktivitätsrate [t N₂/a]

NF = mittlere spez. N-Fracht [g N pro Einheit]

PZ = Produktionszahlen für das Jahr 2010 [Anzahl Einheiten/a]

10⁻⁶ = Faktor zur Umrechnung von g in t

N₂ = Stickstoff im Zulauf der Kläranlage

Zur Ermittlung des N₂O-Emissionsfaktors wurden verschiedene Daten aus der Literatur ausgewertet. Aus den dort angegebenen Daten wurde ein gewichteter Mittelwert gebildet. Das Ergebnis war, dass 1 % der Stickstofffracht im Zulauf einer Kläranlage als N₂O-N emittiert wird.

Emission = Emissionsfaktor x Summe Aktivitätsraten

N₂O-N = 0,010 [t N₂O-Nemittiert/t N₂] x 22.443 [t N₂/a]

N₂O-N = 224,4 [t N₂O-Nemittiert/a]

N₂O = N₂O-N [t N₂O-Nemittiert/a] x 44/28

N₂O = 352,6 [t N₂Oemittiert/a]

8.3.1.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.B.1 Lachgas industriell)

Die Unsicherheiten der Produktionszahlen entstammen der Bundesstatistik bzw. anderen Statistiken, denen eine Vollerhebung zugrunde liegt. Die Daten sind somit voraussichtlich mit einer Unsicherheit sehr geringer Unsicherheit behaftet.

Der N₂O-Emissionsfaktor wurde durch Expertenschätzung mit einer sehr hohen Unsicherheit von - 100 %/+ 300 % bewertet (Begründung siehe 8.3.1.2.1).

Die mittleren spezifischen Stickstofffrachten aus Tabelle 298 besitzen nachfolgende Unsicherheiten (Tabelle 299), die durch Expertenschätzung ermittelt wurden. Als Gesamtunsicherheit für die Aktivitätsrate werden unter konservativen Gesichtspunkten - 50 %/+50 % angenommen (Expertenschätzung)

Tabelle 299: Unsicherheiten der mittleren spezifischen Stickstofffracht der 4 relevantesten Industriebereiche

Mittlere spez. N-Fracht des Industriebereichs	Unsicherheit obere Schranke	Unsicherheit untere Schranke
Schlachtung von Schweinen	40	40
Schlachtung von Schafen	50	50
Schlachtung von Ziegen	50	50
Schlachtung von Rindern	40	40
Schlachtung von Pferden	50	50
Schlachtung von Geflügel	40	40
Fleischverarbeitung	40	40
Verarbeitung tierischer Nebenprodukte	20	20
Milchverarbeitung	15	15
Herstellung von Bier	30	30

8.3.1.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/ -kontrolle und Verifizierung (6.B.1 Lachgas industriell)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

8.3.1.2.5 Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.1 Lachgas industriell)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

8.3.1.2.6 Geplante Verbesserungen (6.B.1 Lachgas industriell)

Es soll geprüft werden ob zu den branchenspezifischen Abwasserströmen entsprechende CSB-Werte ermittelt werden können.

8.3.2 Kommunale Abwasserbehandlung (6.B.2)

8.3.2.1 Methanemissionen der kommunalen Abwasserbehandlung (6.B.2 Abwasserbehandlung)

8.3.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2 Abwasserbehandlung)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	NA	NA	NA
CH ₄	D/CS	NS	D/CS
N ₂ O	D	NS	D/CS

Die Quellgruppe Kommunale Abwasserbehandlung ist eine Hauptkategorie.

Die kommunale *Abwasserbehandlung* erfolgt in Deutschland unter aeroben Bedingungen (kommunale Kläranlagen, Kleinkläranlagen) d. h. es treten keine Methanemissionen auf (Default Wert MCF = 0). Methanemissionen können nur unter anaeroben Bedingungen entstehen.

Eine Ausnahme bildet die Behandlung der Abwassermengen von Einwohnern (human sewage), die nicht an die Kanalisation bzw. Kleinkläranlagen angeschlossen sind und das Abwasser in abflusslosen Gruben bis zum Abtransport in ein Klärwerk sammeln. In abflusslosen Gruben können teilweise unkontrollierte Prozesse (teils aerob, teils anaerob) ablaufen, die zur Methanbildung führen. Die organische Fracht, die in abflusslose Gruben geleitet wird, reduzierte sich jedoch seit 1990 drastisch; da sich der Anschlussgrad an Kleinkläranlagen stetig erhöht hat. Aus dieser Konstellation resultiert ein stark abfallender Trend der CH₄-Emissionen dieses Sektors.

8.3.2.1.2 Methodische Aspekte (6.B.2 Abwasserbehandlung)

Die organische Fracht der abflusslosen Gruben wird entsprechend der IPCC-Methode ermittelt, indem die Einwohnerzahl (EW) mit der durchschnittlichen organischen Fracht pro Einwohner multipliziert wird. Für die durchschnittliche tägliche organische Fracht wird 60 g BSB₅ pro Einwohner angenommen. Dabei handelt es sich einerseits um den IPCC Default Wert (IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 2006, Kapitel 6, Table 6.4, Seite 6.14). Andererseits wird dieser Wert aber auch in Deutschland und europaweit als statistischer Mittelwert verwendet (Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft, Nr. L 135/40 , 30 S. 91, Artikel 2 Nr. 6).

Die Methanemissionen aus abflusslosen Gruben werden entsprechend der IPCC Methode ermittelt. Es wird der IPCC Default-Wert für das Methanbildungspotenzial (0,6 kg CH₄/kg BSB₅) angenommen. Für den MCF wird von der konservativen Annahme ausgegangen, dass der in Tabelle 6.3 (IPCC 2006c, Kapitel 6.2.2.2, Seite 6.13) für "septic systems" angegebene Wert von 0,5 auch für Deutschland zutrifft. Erste Literaturstudien deuten an, dass dieser Wert den tatsächlichen Wert überschätzt. Nach Abschluss der Studien wird der MCF voraussichtlich angepasst.

Die Emissionen werden folgendermaßen ermittelt.

$$CH_4(\text{abflusslose Gruben}) = \text{kg BSB}_5 / \text{Jahr} \times Bo \times MCF$$

MCF = Methankorrekturfaktor, 0,5

Bo = Default – max. CH₄ Bildungskapazität, 0,6 kg CH₄ / kg BSB₅

Eine Berechnung gemäß Tier 3, wie für Hauptkategorien gefordert, ist nicht möglich, da die Stoffströme der abflusslosen Gruben nicht separat erfasst werden.

8.3.2.1.3 *Unsicherheit und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2 Abwasserbehandlung)*

Die Unsicherheiten der Methode wurden bislang noch nicht abgeschätzt, weshalb auf die Default-Werte (Conservative-Faktoren) der UNFCCC Decision 20/CMP.1 (S. 39ff) zurückgegriffen wird

Die Aktivitätsraten der organischen Fracht in abflusslosen Gruben basieren auf Angaben der Fachserie 19 Reihe 2.1 des Statistischen Bundesamtes, die für die Jahre 1991, 1995, 1998, 2001, 2004 sowie 2007 (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, Fachserie 19 Reihe 2.1) veröffentlicht wurde. Die Anzahl der Einwohner, die nicht an die öffentliche Kanalisation angeschlossen sind und deren Abwasser über abflusslose Gruben entsorgt wird, wird vom Statistischen Bundesamt alle drei Jahre, ohne Angabe von Unsicherheiten, erhoben. Eine andere Datenquelle existiert nicht. Die Ergebnisse dieser Erhebungen sind, da es sich um eine Totalerhebung handelt, als sehr genau einzustufen. Zur Aufstellung einer konsistenten Zeitreihe wurden die Aktivitätsraten jeweils zwischen 1991 und 1995, 1995 und 1998, 1998 und 2001, zwischen 2001 und 2004 sowie auch zwischen 2004 und 2007 linear interpoliert. Die Aktivitätsrate für 1990 hingegen wurde aus der Zeitreihe 1991 bis 1995 extrapoliert. Die Aktivitätsdaten für 2008 - 2011 wurden aus der Zeitreihe 2004 bis 2007 extrapoliert.

Bis zum Jahr 1995 wurden die Daten für die alten und neuen Bundesländer getrennt ermittelt, seither wird ein gesamtdeutscher Wert bestimmt. Dies hat aber auf die Zeitreihenkonsistenz keine Auswirkung.

8.3.2.1.4 *Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.B.2 Abwasserbehandlung)*

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1+2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde durchgeführt. Eine Qualitätssicherung durch die Fachseite konnte nicht durchgeführt werden. Die zusätzliche Qualitätssicherung durch die Nationale Koordinierungsstelle ist erfolgt.

Die Tatsache, dass bei der aeroben Abwasserbehandlung in Kläranlagen keine Methanemissionen in nennenswertem Umfang entstehen, kann auch in anderen Ländern beobachtet werden (z.B. Schweden).

8.3.2.1.5 *Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2 Abwasserbehandlung)*

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

8.3.2.1.6 *Geplante Verbesserungen (6.B.2 Abwasserbehandlung)*

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

8.3.2.2 *Methanemissionen der kommunalen Schlammbehandlung (6.B.2 Schlammbehandlung)*

8.3.2.2.1 *Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2 Schlammbehandlung)*

Die Behandlung von kommunalem Schlamm besteht in aller Regel aus zwei Behandlungsschritten:

- Entwässerung mittels: Maschineller Verfahren (Kammerfilterpresse, Zyklon) Verdunstung in Schlammmentwässerungsbecken oder Trockenbeeten
- Stabilisierung: Aerobe Stabilisierung (offenes Becken mit Sauerstoffeinleitung) Stabilisierung im Faulturm (Anaerob) Früher: Offene Schlammfäulung

Bezogen auf die Einwohnerwerte stellt die maschinelle *Entwässerung* vor bzw. nach Behandlung im Faulturm derzeit das überwiegende Behandlungsverfahren dar (Ausnahme: kleine ländliche Kläranlagen). Dazu kommt, dass der Schlamm vor der weiteren Verwendung zumeist mit Kalk versetzt und damit noch weiter stabilisiert wird.

Um eine unkontrollierte Fäulung zu verhindern erfolgt eine *Schlammstabilisierung*. Bei Anlagen < 10.000 EW erfolgt diese in der Regel aerob unter Energieverbrauch, bei Anlagen > 30.000 EW hingegen erfolgt sie in der Regel anaerob unter Gewinn von Faulgas. Die Menge an Faulgas hängt insbesondere von der Zusammensetzung des Schlammes, der Temperatur sowie den Reaktionsbedingungen ab. Das entstehende Gas wird in der Regel energetisch in Blockheizkraftwerken (BHKW) genutzt und unter 1.A.1 mitberichtet. Bei Anlagen, bei denen die energetische Nutzung nicht wirtschaftlich ist, sowie bei technischen Störungen oder Überlastungen des BHKW, kann es jedoch zu einer Abfackelung des Faulgases kommen. Bei beiden Behandlungsarten gelangen keine Methanemissionen in nennenswertem Umfang in die Umwelt.

Anfang der 90er Jahre wurde jedoch in Ostdeutschland zur Schlammstabilisierung offene Schlammfäulung betrieben, die zur Emission von Methan führte. Die offene Schlammfäulung hat aber heutzutage keine Relevanz mehr. Sie wurde schrittweise reduziert und 1994 eingestellt.

Der nach der biologischen Abwasserbehandlung anfallende Klärschlamm wird in Deutschland (ggf. nach der Entwässerung und Stabilisierung) den folgenden drei Entsorgungswegen zugeführt:

- Thermische Entsorgung: Es entstehen keine Methanemissionen. Die thermische Entsorgung erfolgt unter energetischer Nutzung und geht daher in CRF 1 ein.
- Stoffliche Verwertung: Zur stofflichen Verwertung des Klärschlammes zählen insbesondere die Verwertung in der Landwirtschaft laut Klärschlammverordnung sowie Nutzung bei landschaftsbaulichen Maßnahmen und Sonstigem. Die Emissionen der stofflichen Verwertung werden ebenfalls nicht unter der Abwasser- und Schlammbehandlung berichtet.

8.3.2.2.2 Methodische Aspekte (6.B.2 Schlammbehandlung)

Die Emissionsfaktoren der offenen Schlammfäulung und die daraus ermittelten Methanemissionen sind in Tabelle 300 aufgeführt.

Tabelle 300: Methanemissionen der offenen Schlammfäulung in den neuen Bundesländern

	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994
Emissionsfaktor	[kg CH ₄ /t TS]	210	210	210	210	210
Klärschlammanfall	[t TS]	247.190	140.952	72.762	37.524	0
Methanemissionen	[t]	51.910	29.600	15.280	7.880	0

Emissionsfaktoren abgeleitet aus (UBA, 1993)

Für die offene Schlammfäulung in Ostdeutschland wird ein Emissionsfaktor von 210 kg CH₄/t TS angesetzt, basierend auf Ergebnissen der Studie FHG ISI (UBA, 1993: S.15)¹⁰². Die Aktivitätsraten für die Jahre 1990 bis 1992 wurden dem Umweltbundesamt persönlich durch den Hauptinspekteur der Wasseraufbereitungsbetriebe der DDR mitgeteilt.

Vor dem Hintergrund, dass in der Bundesrepublik Deutschland die offene Schlammfäulung verboten ist, wurde weiterhin davon ausgegangen, dass diese Art der Behandlung in den neuen Bundesländern bis 1994 schrittweise zurückgeführt wurde und ab dem Jahr 1994 nicht mehr existierte.

8.3.2.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2 Schlammbehandlung)

Die Unsicherheiten der Methode wurden bislang noch nicht abgeschätzt, weshalb auf die Default-Werte (Conservative-Faktoren) der UNFCCC Decision 20/CMP.1 (S. 39ff) zurückgegriffen wird. Die Aktivitätsraten zwischen 1990 und 1992 basieren auf einer persönlichen Mitteilung, die für 1993 hingegen auf einer Abschätzung des Umweltbundesamtes. Daher ist eine hohe Konsistenz der Zeitreihe nicht gesichert.

8.3.2.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.B.2 Schlammbehandlung)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1+2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde durchgeführt. Eine Qualitätssicherung durch die Fachseite konnte nicht durchgeführt werden. Die zusätzliche Qualitätssicherung durch die Nationale Koordinierungsstelle ist erfolgt.

8.3.2.2.5 Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2 Schlammbehandlung)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

8.3.2.2.6 Geplante Verbesserungen (6.B.2 Schlammbehandlung)

Zurzeit erscheinen Verbesserungen als nicht notwendig oder möglich, da keine weiteren Aktivitätsdaten mehr zu erhalten sind.

8.3.2.3 Lachgasemissionen aus dem kommunalen Abwasser (6.B.2 Lachgas kommunal)

8.3.2.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2 Lachgas kommunal)

Lachgasemissionen können als Nebenprodukt in der kommunalen Abwasserbehandlung insbesondere bei der Denitrifikation entstehen, bei der aus Nitrat gasförmige Endprodukte, hauptsächlich aber molekularer Stickstoff gebildet wird.

¹⁰² Der Emissionsfaktor wurde ermittelt indem die Differenz aus den Methanemissionen der psychrophilen Schlammstabilisierung in den neuen Bundesländern und der anfallenden Klärschlammenge gebildet worden ist.

Der Trend der Emissionen ist stabil stagnierend.

8.3.2.3.2 Methodische Aspekte (6.B.2 Lachgas kommunal)

Lachgasemissionen aus dem häuslichen Abwasser können nach der IPCC-Methode grob über die durchschnittliche Pro-Kopf Eiweißzufuhr ermittelt werden. Während für den Lachgasemissionsfaktor pro kg Stickstoff im Abwasser sowie für den Stickstoffanteil im Eiweiß die IPCC Default-Werte verwendet werden, müssen die durchschnittliche Pro-Kopf Eiweißzufuhr sowie die Zahl der Einwohner länderspezifisch für Deutschland ermittelt werden.

Für die Ermittlung der durchschnittlichen Eiweißzufuhr pro Person und Tag werden die Angaben der FAO verwendet:

- Von der FAO (FAO Statistical Yearbook 2004) wird für Deutschland für die Jahre 1989-91 eine durchschnittliche Eiweißzufuhr pro Person und Tag von 99 g angegeben.¹⁰³
- Entsprechend dem FAO Statistical Yearbook 2007-2008(2010)¹⁰⁴ werden für Deutschland durchschnittliche Eiweißzufuhren pro Person und Tag von 95 g (1994-1996), 97 g (1999 – 2001), 99 g (2003-2005) und 99 g (2005 - 2007) im FAO Statistical Yearbook 2010¹⁰⁵ angegeben.
- Werte für die Jahre 1992-1993 und 2002 werden interpoliert.
- Werte für 1997-1998 bilden das arithmetischen Mittel aus 1996-1999 ab.
- Werte für die Jahre 2008-2010 werden extrapoliert (mit Basis 2003-2007).

Mit Hilfe der durchschnittlichen Eiweißzufuhr und den Bevölkerungszahlen (STATISTISCHES BUNDESAMT, Statistisches Jahrbuch 2010) sowie der IPCC-Methode werden die Lachgasemissionen ermittelt.

$$N_2O_{(s)} = Protein \times Frac_{NPR} \times NR_{PEOPLE} \times EF_6$$

wobei:

$N_2O_{(s)}$ = N_2O Emissionen des menschlichen Abwassers (kg $N_2O - N / a$)

Protein = jährliche Eiweißzufuhr (kg / person / a)

NR_{PEOPLE} = Zahl der Einwohner im Land

EF_6 = Emissionsfaktor (Default 0,01 (0,002 – 0,12) kg $N_2O - N / kg$ produziertes Abwasser – N)

$Frac_{NPR}$ = Anteil an Stickstoff im Eiweiß (Default = 0,16 kg N / kg Eiweiß)

¹⁰³ www.fao.org/docrep/008/y5473m/y5473m00.HTM#Contents_en

FAO Statistical Yearbook 2004; Table D1 - Dietary energy protein and fat consumption 2004

¹⁰⁴ www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/fao-statistical-yearbook-2007-2008/d-consumption/en/; FAO Statistical Yearbook 2007-2008; Table D1 - Dietary energy protein and fat consumption

¹⁰⁵ www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/ess-yearbook2010/yearbook2010-consumption/en/

FAO Statistical Yearbook 2010; Table [D1 - Dietary energy protein and fat consumption](#)

8.3.2.3.3 Unsicherheit und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2 Lachgas kommunal)

Die Unsicherheiten der Emissionsermittlung wurden bislang noch nicht abgeschätzt, weshalb auf die Default-Werte (Conservativeness-Faktoren) der UNFCCC Decision 20/CMP.1 (S. 39ff) zurückgegriffen wird. Die Aktivitätsraten für 1989–1991 wurden dem FAO Statistical Yearbook 2004 entnommen. Die Daten für 1994–1996 und 1999–2001 sowie für 2003–2007 wurden dem FAO Statistical Yearbook 2007-2008 und 2010 Table D.1 entnommen. Fehlende Werte wurden wie unter Kapitel 8.3.2.3.2 beschrieben inter- bzw. extrapoliert oder durch Bildung des arithmetischen Mittel berechnet.

Da sich die einwohnerspezifischen Aktivitätsraten innerhalb von 10 Jahren 1995 – 2005) nur um rund 4 % erhöhten, ist der Fehler bei der Fortschreibung ab 2006 maximal in der gleichen Größenordnung.

Es wurde der durchschnittliche tägliche Proteinbedarf der FAO-Datenbasis für die Berechnungen zugrunde gelegt, damit die Zeitreihenkonsistenz gesichert ist und nicht eine Hochrechnung von Einzelwerten erfolgen muss.

8.3.2.3.4 Quellgruppenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.B.2 Lachgas kommunal)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Eine Auswertung der Nationalen Inventarberichte anderer Länder zeigt, dass die, auch in Deutschland angewandte IPCC Methode zur Bestimmung der N₂O- Emissionen in den meisten Annex I Staaten zur Anwendung kommt.

Alternative Datenquellen für die durchschnittliche Eiweißzufuhr pro Person und Tag sind:

- In der Lebensmitteltabelle für die Praxis von 1991 (SENER et al, 1991) wird eine durchschnittliche Eiweißzufuhr von 94 g/ Einwohner und Tag angegeben.
- Im Ernährungsbericht der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE, 2008)¹⁰⁶ wurde anhand der geschätzten Lebensmittelverzehrdaten für das Jahr 2005/ 2006 u.a. die mittlere tägliche Zufuhr an Proteinen abgeschätzt. Aus diesen Daten konnte ein gemittelter Wert von ca. 79 g Eiweiß/ Person und Tag¹⁰⁷ abgeleitet werden.

Zur Bestimmung der N₂O-Emissionen des Abwassers wird auf die FAO-Datenbasis der Statistical Yearbooks 2004 (Vol.1/1), 2007–2008 und 2010 (table D.1) zurückgegriffen, da es sich bei diesen um eine konsistente Zeitreihe handelt. Sie ist international vergleichbar und wird regelmäßig aktualisiert. Zudem erklärte die FAO, dass mit dem Jahrbuch 2007-2008 die bisherigen vier FAO-Veröffentlichungen ersetzt werden. Es liegen dem Umweltbundesamt keine Hinweise vor, dass die länderspezifischen Werte der Lebensmitteltabelle sowie des Ernährungsberichtes 2000 eine höhere Genauigkeit bzw. nationale Akzeptanz aufweisen. Darüber hinaus wird in vielen Ländern auf die Datenbasis der FAO zurückgegriffen, so dass die Emissionsermittlung in Deutschland international vergleichbar ist. Der angenommene tägliche Eiweißbedarf liegt im internationalen Vergleich im Mittelfeld.

¹⁰⁶ Der Ernährungsbericht wird im vierjährigen Rhythmus herausgegeben.

¹⁰⁷ Der Wert wurde ermittelt mit der groben Abschätzung, dass es sich jeweils um 50% Männer (90,8 g/Tag) und Frauen (66,7 g/Tag) in Deutschland handelt.

8.3.2.3.5 Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2 Lachgas kommunal)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

8.3.2.3.6 Geplante Verbesserungen (6.B.2 Lachgas kommunal)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

8.4 Abfallverbrennung (6.C)

Die Abfallverbrennung erfolgt in Deutschland vollständig unter energetischer Nutzung, weshalb die entstehenden Emissionen zur Vermeidung von Doppelzählungen im Energieteil (CRF 1) berichtet werden. Aufgrund der energetischen Nutzung fallen somit unter 6.C keine Emissionen an (NO).

8.5 Andere Bereiche (6.D)

In der Quellgruppe 6.D werden die Emissionen aus Kompostierungsanlagen (6.D.1) und der Mechanisch-biologische Abfallbehandlung (6.D.2) berichtet.

CRF 6.D	Gas	HK	1990 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		2011 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Trend
Other	CH ₄	-	-	49,8 (0,00%)	536,2 (0,06%)	977,25%	
Other	N ₂ O	-	-	14,0 (0,00%)	323,1 (0,03%)	2210,8%	

8.5.1 Andere Bereiche - Kompostierungsanlagen (6.D.1)**8.5.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.D.1)**

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CH ₄	Tier 1/CS	NS	CS
N ₂ O	Tier 1/CS	NS	CS

In der Bundesrepublik werden jährlich zunehmende Anteile der biologisch abbaubaren Abfälle in Kompostierungsanlagen verwertet. Daher wurden im Inventarbericht 2006 erstmals CH₄ und N₂O-Emissionen aus der Kompostierung von Siedlungsabfällen in Kompostierungsanlagen berichtet und eine vollständige Zeitreihe dieser Emissionen berechnet. Diese Kategorie umfasst nicht die Kompostierung von Garten- oder Bioabfällen einzelner Haushalte im eigenen Garten. Diese Emissionen werden als vernachlässigbar eingeschätzt und es liegen auch keine Daten über die kompostierten Mengen vor.

8.5.1.2 Methodische Aspekte (6.D.1)

Weder die „1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories“, noch der IPCC-Bericht zu „Good Practice Guidance“ (2000) geben eine Methode für die Berechnung der Emissionen aus der Bioabfallkompostierung an. Daher wurde eine nationale Methode entwickelt, bei welcher die kompostierten Abfallmengen mit Emissionsfaktoren aus einer nationalen Studie (siehe unten) multipliziert werden.

Aktivitätsdaten

Die in Kompostierungsanlagen verwerteten Abfallmengen werden seit 1980 regelmäßig vom Statistischen Bundesamt erhoben und veröffentlicht. Seit dem Jahr 2000 werden dabei die eingesetzten Mengen an Bioabfällen und Grünabfällen (Garten- und Parkabfälle) sowie die in

Kompostierungs- und Vergärungsanlagen eingesetzten Abfallmengen getrennt erfasst und veröffentlicht.

Die Aktivitätsdaten für das aktuelle Berichtsjahr müssen geschätzt werden, da die offizielle Abfallstatistik mit einem Jahr Verzug erscheint. Zur Abschätzung wird die Abfallmenge vom vorhergehenden Jahr unverändert fortgeschrieben.

Tabelle 301: In der Kompostierung eingesetzte Abfallmengen

[in 1000 t]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Abfallmenge	724	1.515	1.956	2.397	3.783	5.168	6.554	7.214	7.320	7.964
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Abfallmenge	9.030	9.244	9.459	9.304	9.191	9.207	8.960	9.329	9.089	8.860
	2010	2011								
Abfallmenge	8.699	8.699								

Emissionsfaktoren

Für die Kompostierung wurde in einem Forschungsvorhaben im Auftrag des Umweltbundesamtes (IFEU 2003a) eine Berechnungsmethode zur Ermittlung von Emissionsfaktoren für die Substanzen CH₄, N₂O und NH₃ abgeleitet. Als Datengrundlage diente dabei eine Studie der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU 2002). Zur Ermittlung der Emissionsfaktoren wurden bei dieser Methode mittlere Gehalte an Kohlenstoff und Stickstoff in Bioabfall und Grünabfall angenommen. Außerdem wurden durchschnittliche Abbauraten während der Kompostierung sowie eine Verteilung des Kohlenstoffs und des Stickstoffs auf die relevanten emittierten Abbauprodukte geschätzt.

Für Bioabfall aus Haushalten ergaben sich folgende Emissionsfaktoren:

$$\begin{aligned} \text{EF-N}_2\text{O} &= 83 \text{ g N}_2\text{O/Mg Bioabfall} \\ \text{EF-CH}_4 &= 2,5 \text{ kg CH}_4/\text{Mg Bioabfall} \end{aligned}$$

Für Grünabfälle ermittelte die gleiche Studie die folgenden Emissionsfaktoren:

$$\begin{aligned} \text{EF-N}_2\text{O} &= 60,3 \text{ g N}_2\text{O/Mg Grünabfall} \\ \text{EF-CH}_4 &= 3,36 \text{ kg CH}_4/\text{Mg Grünabfall} \end{aligned}$$

Diese nationalen Emissionsfaktoren wurden für die Inventarberechnungen verwendet.

8.5.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.D.1)

Aktivitätsdaten

Die Unsicherheiten der kompostierten Abfallmengen werden als sehr gering (2 %) geschätzt, da es sich um eine Totalerhebung handelt, das Niveau der Berichterstattung gut ist und die Betreiber an einer guten Berichterstattung interessiert sind.

Emissionsfaktoren

Die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren liegen hoch und hängen von der Art der Anlage der Zusammensetzung der Abfälle und der Wirkung der eingesetzten Biofilter ab. Die Angaben aus der Literatur und aus anderen Staaten schwanken sehr stark, so dass hier von einer Unsicherheit von +60 % bis -30 % für CH₄ und von mindestens +100 % bis -50 % für N₂O ausgegangen wird.

8.5.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.D.1)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

8.5.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (6.D.1)

Rückrechnungen sind jährlich für das vorvergangene Jahr, in diesem NIR für das Jahr 2010 erforderlich, da die Aktivitätsdaten des statistischen Bundesamtes mit einem Jahr Verzug erscheinen und das aktuelle Berichtsjahr deshalb geschätzt werden muss. Die Schätzung wird im jeweils folgenden Jahr durch die statistisch erhobene Zahl ersetzt. Durch die aktuelle Rückrechnung ergibt sich für das Jahr 2010 eine Reduktion der Emissionen aus der Bioabfallverwertung um 4,5 % sowie eine Erhöhung der Emissionen aus der Grünabfallverwertung um 1,3 %. Die Gesamtemissionen in der Berichterstattung 2013 für das Jahr 2010 mussten für diesen Bereich gegenüber dem NIR 2012 um 1,8 % nach unten korrigiert werden (von 738 Gg CO₂-Äquivalente auf 726 Gg CO₂-Äquivalente).

8.5.1.6 Geplante Verbesserungen (6.D.1)

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant. Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungen und deren Bearbeitungsstand ist zu finden unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 311 und Tabelle 312.

8.5.2 Andere Bereiche - Mechanisch-biologische Abfallbehandlung (MBA) (6.D.2)**8.5.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.D.2)**

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CH ₄	Tier 1/CS	NS	CS
N ₂ O	Tier 1/CS	NS	CS

In der Bundesrepublik ist seit dem 1. Juni 2005 die Ablagerung von organischen und biologisch abbaubaren Abfällen nicht mehr zulässig. Restsiedlungsabfälle und ähnlich zusammengesetzte Abfälle können daher nur nach einer Vorbehandlung abgelagert werden. Neben den thermischen Abfallbehandlungsverfahren (Müllverbrennung) kommen hierbei auch verstärkt mechanisch-biologische Verfahren zum Einsatz.

Seit den 90er Jahren werden in Deutschland mechanisch-biologische Verfahren im größeren Umfang zur Restabfallbehandlung eingesetzt. Anfangs dominierten technisch einfache Anlagenkonzepte ohne Abgasfassung und -behandlung. Im Zuge verfahrenstechnischer Weiterentwicklungen setzten sich jedoch verstärkt geschlossene Anlagen mit Biofilter als Abgasreinigung durch. Diese Abgasreinigungsverfahren konnten die Geruchsemissionen der Anlagen deutlich reduzieren, führten aber zu keiner Minderung der Treibhausgasemissionen.

Mit der Beendigung der Ablagerung unbehandelter Abfälle im Jahr 2005 wurden die Kapazitäten zur mechanisch-biologischen Behandlung deutlich ausgebaut. Nach den Anforderungen der 30. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (30. BImSchV) müssen MBA-Neuanlagen seit dem 1. März 2001 strenge technische Anforderungen erfüllen und anspruchsvolle Grenzwerte einhalten. Die Übergangsregelungen für Altanlagen fordern eine Nachrüstung bis spätestens zum 1. März 2006.

Nahezu alle in den letzten errichteten Neuanlagen wurde im Laufe des Jahres 2005 in Betrieb genommen. Aufgrund von Erweiterungen und technischen Anpassungen der Aufbereitungstechnik wurden auch nahezu alle Altanlagen bereits im Jahr 2005 an die Anforderungen der 30. BImSchV angepasst. Die Übergangssituation im Jahr 2005 lässt mit den bestehenden Berechnungsmodellen kaum beschreiben, da eine Zuordnung der Abfallmengen zu den unterschiedlichen Anlagentechniken nicht möglich ist. Aus Gründen der Vereinfachung erfolgt die Emissionsberechnung bis einschließlich 2005 mit den höheren Emissionsfaktoren der alten Anlagentechnik. Die Berechnung der Emissionen im Jahr 2006 erfolgt mit niedrigeren Emissionsfaktoren der neuen Anlagen.

8.5.2.2 Methodische Aspekte (6.D.2)

Die in MBA behandelten Abfallmengen werden seit 1995 regelmäßig vom Statistischen Bundesamt erhoben und veröffentlicht. In der Berichterstattung der letzten Jahre wurden für 2007 bis 2010 Daten aus dem Forschungsprojekt „Anlagen zur mechanisch-biologischen Restabfallbehandlung“ (UBA, 2007) übernommen. Zum damaligen Zeitpunkt bestanden Zweifel, ob die Daten des *Statistischen Bundesamtes* alle Anlagenvarianten erfassen, die vom Emissionsverhalten her der MBA entsprechen. Als konservativer Ansatz wurden daher die höheren Abfallmengen des Forschungsprojektes für die Emissionsberechnung herangezogen. In mehreren Gesprächen mit dem Statistischen Bundesamt konnten die Bedenken ausgeräumt werden. Für die Jahre 2007 bis 2010 erfolgt eine Rückrechnung mit Daten des statistischen Bundesamtes (DESTATIS, Fachserie 19, Reihe 1 vom 12. Juli 2012).

Aktivitätsdaten

Die in MBA behandelten Abfallmengen werden seit 1995 regelmäßig vom Statistischen Bundesamt erhoben und veröffentlicht.

Emissionsfaktoren

In den 90er Jahren wurden die Emissionen der mechanisch-biologischen Behandlung mit Förderung des BMBF in einem umfangreichen Verbundforschungsvorhaben untersucht. In einem Vorhaben im Jahre 2003 wurden vom Institut für Energie und Umwelt (IFEU) aus den Ergebnissen des Verbundvorhabens Emissionsfaktoren entwickelt. Dabei wurde zwischen offenen (keine Abgasfassung und –behandlung) und geschlossenen (Abgasfassung mit Behandlung im Biofilter) MBA-Verfahren differenziert. Bei Methan wurden die Emissionsfaktoren für beide Varianten in gleicher Höhe angesetzt, da dieser Stoff im Biofilter praktisch nicht abgebaut wird. Der Emissionsfaktor für N₂O wurde bei geschlossenen Anlagen höher als offenen Anlagen angesetzt, da auch im Biofilter N₂O durch die Oxidation Ammoniumstickstoff gebildet wird.

Seit Juni 2005 werden aufgrund neuer rechtlicher Anforderungen (30. BImSchV) nur noch geschlossene MBA betrieben, die mit effektiveren Abgasreinigungsverfahren ausgestattet sind. Ab 2006 werden daher als Emissionsfaktoren die Emissionsgrenzwerte der 30. BImSchV angesetzt.

Für die Offene MBA ergaben sich folgende Emissionsfaktoren:

EF-N₂O = 190 g N₂O/Mg Abfall

EF-CH₄ = 150 g CH₄/Mg Abfall

Für die geschossenen MBA mit Biofilter ermittelt die gleiche Studie die folgenden Emissionsfaktoren:

$EF-N_2O = 375 \text{ g } N_2O/\text{Mg Abfall}$

$EF-CH_4 = 150 \text{ g } CH_4/\text{Mg Abfall}$

Für Zeitraum ab 2006 werden die Begrenzungen der Emissionsfrachten der 30. BImSchV als Emissionsfaktoren übernommen:

$EF-N_2O = 100 \text{ g } N_2O/\text{Mg Abfall}$

$EF-CH_4 = 55 \text{ g } CH_4/\text{Mg Abfall}$

Diese Emissionswerte werden von allen deutschen MBA sicher eingehalten und zum Teil sogar deutlich unterschritten. Da im Jahre 2005 die Mehrzahl der MBA über Abgasreinigungsverfahren zur Minimierung der N_2O -Emission verfügte, wurde der Emissionsfaktor für das Jahr 2005 auf 169 g geschätzt.

Diese nationalen Emissionsfaktoren wurden für die Inventarberechnungen verwendet.

8.5.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.D.2)

Die Unsicherheiten der mechanisch-biologisch behandelten Abfallmengen werden theoretisch als sehr gering (2 %) geschätzt, da es sich um eine Totalerhebung handelt, das Niveau der Berichterstattung gut ist und die Betreiber an einer guten Berichterstattung interessiert sind. Jedoch muss noch mit dem Statistischen Bundesamt abgestimmt werden, welche Varianten der „kalten“ Abfallbehandlungsverfahren in der offiziellen Statistik der MBA zugeordnet werden, um Minderbefunde der Abfallmengen auszuschließen. Die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für den Zeitraum vor 2005 liegen hoch und hängen von der Art der Anlage, der zum Zeitpunkt eingesetzten Anlagentechnik und der Wirkung der eingesetzten Biofilter ab. Die Angaben aus der Literatur schwanken hierbei sehr stark. Für den Zeitraum nach 2005 ist davon auszugehen, dass die Grenzwerte der 30. BImSchV sicher eingehalten werden, bzw. deutlich unterschritten werden. Unsicherheiten bestehen lediglich darin, in welchem Maße diese Grenzwerte im praktischen Anlagenbetrieb unterschritten werden.

8.5.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.D.2)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde durchgeführt. Eine Qualitätssicherung durch die Fachseite konnte nicht durchgeführt werden. Die zusätzliche Qualitätssicherung durch die Nationale Koordinierungsstelle ist erfolgt.

8.5.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (6.D.2)

Rückrechnungen wurden für die Jahre 2007 bis 2010 vorgenommen. Mit der Rückrechnung werden die Emissionen für den Sektor jetzt vollständig über die gesamte Zeitreihe aus Daten der offiziellen Abfallstatistik ermittelt (siehe auch 8.5.2.2).

8.5.2.6 Geplante Verbesserungen (6.D.2)

Als Emissionsfaktoren für Methan und Distickstoffmonoxid werden bislang die Emissionsgrenzwerte der 30. BImSchV angesetzt. Die realen Emissionen der Anlagen liegen deutlich unterhalb der Emissionsgrenzwerte. Für die weitere Berichterstattung gilt es daher die realen Anlagenemissionen auszuwerten und die Emissionsfaktoren zu überprüfen.

9 ANDERE (CRF SEKTOR 7)

Gegenwärtig werden für Deutschland keine Treibhausgasemissionen berechnet, die sich nicht einer der anderen vorgesehenen Quellgruppen zuordnen lassen.

10 RÜCKRECHNUNGEN UND VERBESSERUNGEN

Im Folgenden werden Rückrechnungen aufgrund quantitativ wirksamer Verbesserungen der Inventare dokumentiert, die zwischen der Submission 2011 und der vorliegenden Submission 2012 erfolgt sind. Weitere Angaben zu den Rückrechnungen erfolgen in den CRF-Tabellen Table 8(a) und 8(b) und in den Kapiteln zu quellenspezifischen Rückrechnungen in diesem Bericht.

Nach der Zielsetzung der *Good Practice Guidance* sind bei der Emissionsberechnung die best verfügbaren Daten zugrunde zu legen und die Inventare kontinuierlich zu verbessern. Damit ergeben sich jährliche Rückrechnungen als Ergebnis des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses. Sie werden unter anderem erforderlich, wenn Statistiken rückwirkend aktualisiert werden und diese Änderungen in den Inventaren ebenfalls übernommen werden. Weitere Gründe für Rückrechnungen bestehen, wenn genauere Daten übernommen oder wenn manuelle Übertragungsfehler revidiert werden bzw. wenn im Ergebnis der Hauptkategorienanalyse methodische Änderungen für einzelne Quellgruppen erforderlich werden. Darüber hinaus gibt es eine Reihe von fachlichen Gründen, die eine Rückrechnung erforderlich machen können.

Basis der im Folgenden beschriebenen Rekalkulationen sind die mit der Submission 2011 übermittelten Inventardaten.

10.1 Erklärung und Rechtfertigung der Rückrechnungen

10.1.1 Treibhausgas-Inventar

10.1.1.1 Generelles Vorgehen

Neben Korrekturen gibt es eine Reihe von fachlichen Gründen für Rückrechnungen und Verbesserungen:

- Ergänzende Daten sind verfügbar, die zur Schließung von Fehlstellen des Inventars beitragen.
- Die Datenquelle hat sich geändert.
- Die für die Quellgruppe benutzte Methode wurde an die Vorgaben der *Good Practice Guidance* angepasst.
- Die Quellgruppe ist eine Hauptquellkategorie geworden, so dass ein Methodenwechsel erforderlich wurde.
- Neue länderspezifische Berechnungsverfahren werden angewendet.
- Hinweise und Ergebnisse aus Reviews wurden umgesetzt.

Es ist gute Praxis, bei einer Methodenänderung die gesamte Zeitreihe mit der selben Methode konsistent neu zu berechnen, so dass in jedem Jahr die gleiche Methode verwendet wird und alte Werte entsprechend ersetzt werden können. Ist es nicht möglich, die gleiche Methode jedes Jahr zu verwenden, sollte eines von folgenden vier Rückrechnungsverfahren (IPCC *Good Practice Guidance*, 2000: Kapitel 7) angewendet werden:

- Überlappungsverfahren: Voraussetzung ist, dass Daten zur Berechnung nach der alten und neuen Methode wenigstens für ein Jahr gemeinsam verfügbar sind.

- Ersatzverfahren: Voraussetzung ist, dass die bisher verwendeten EF und/oder AR starke Ähnlichkeit mit den neuen verfügbaren Daten haben.
- Interpolationsverfahren: Die bisher verwendeten Daten für die Rückrechnung sind nur für einige Jahre der Zeitreihe verfügbar und die fehlenden werden interpoliert.
- Extrapolationsverfahren: Daten für die neue Methode sind nicht für den Anfang und/oder das Ende der Zeitreihe verfügbar.

Eine Handlungsanleitung zur Verwendung der vorgenannten Rückrechnungsverfahren findet sich nebst Beispielen im QSE-Handbuch.

10.1.1.2 Rückrechnungen im Inventar 2013 nach Quellgruppen

Die Rückrechnungen begründen sich diesjährig durch verschiedene methodische Anpassungen, die teilweise erhebliche Veränderungen in den betroffenen Quellgruppen nach sich zogen, sowie weiteren Detailverbesserungen. Für 2010 erfolgte zudem eine umfassende Revision der Energiebilanz.

Die Inventare enthalten dabei Verbesserungen in folgenden Bereichen:

Energie (auszugsweise):

- Aktualisierung von Aktivitätsdaten infolge Revision der Energiebilanz 2010 (1.A, 1.C)
- Korrektur der EF(N₂O) für stationäre Feuerungen (1.A.1, 1.A.2.f, 1.A.3.e i)
- Überarbeitung der Aktivitätsdaten für Müllverbrennung (ab 2004) (1.A.1, 1.A.2)
- Anpassung der EF(CO₂) verschiedener Braunkohlen (2009) (1.A.1.c)
- Aktualisierung des Rechenmodells TREMOD-AV (1.A.3.a, 1.C.1.a)
- Überarbeitung des innerdeutschen bzw. internationalen Anteils am Gesamt-Kerosineinsatz und Abgleich der entsprechenden Aktivitätsdaten (ab 2007) (1.A.3.a, 1.C.1.a)
- Anpassung der Aktivitätsdaten für Diesel und Ottokraftstoff an die revidierte Mineralölzahlen des MWV (ab 2005) (1.A.3.b, c, d)
- Revision des Rechenmodells TREMOD hinsichtlich LPG und CNG (1.A.3.b)
- Neuberechnung der Menge mitverbrannter Schmierstoffe auf Basis revidierter Fahrleistungen (2008-2010) (1.A.3.b)
- Revision des EF(CH₄) für Diesel und Biodiesel (1.A.3.c)
- Neuberechnung der Aktivitätsdaten für beigemengte Biokraftstoffe und mitverbrannte Schmierstoffe (ab 2005) (1.A.3.c)
- Revision der Menge mitverbrannter Schmierstoffe (2010) (1.A.3.d)
- Neuberechnung der AR für Ottokraftstoff (ab 1995) (1.A.3.e ii, 1.A.4.c ii)
- Neuberechnung der AR-Daten für Ottokraftstoff (ab 1995) (1.A.4.c ii)
- Anpassung einzelner Aktivitätsdaten nach Korrektur Heizwerte (2009, 2010) (1.A.5.a)
- Anpassungen der Kohlendioxidemissionen infolge eines Forschungsvorhabens (1.B.1)
- Anpassungen der Methanemissionen infolge eines Forschungsvorhabens im Bereich Erdgasspeicherung (1.B.2)
- Aktualisierung der Aktivitätsdaten für Schweres Heizöl und mitverbrannte Schmierstoffe (2010) (1.C.1.b)

Industrieprozesse:

- Korrektur der gesamten Zeitreihe der CO₂-Emissionen aus der Kalkherstellung (2.A.2)
- Korrektur der CO₂-Emissionen aus dem Sodaeinsatz in der Glasindustrie nach Korrektur der Aktivitätsdaten (ab 2007) (2.A.4.b)
- Senkung der F-Gas Emissionen nach Einführung neuer Kälte- und Klimamodelle (2.F.1)
- Korrektur der Einsatzmengen von SF₆ als Tracergas von 150kg/a auf 20kg/a (ab 2007) (2.F.9)

Lösemittel und andere Produktverwendung: - Keine Rückrechnungen -**Landwirtschaft:**

- Aktualisierung der Tierzahlen innerhalb der Kategorie „Übrige Rinder“ (die bis zum NIR 2012 einschließlich zur Unterkategorie „Färsen“ gerechneten Schlacht- und Mastkühe wurden der Unterkategorie „Mutterkühe“ zugeordnet). (4.A, 4.B)
- Verbesserung des Milchkuhmodells (CH₄-Umwandlungsfaktor bei der Verdauung, vollständige Berücksichtigung des Stickstoffs aus Haut und Haaren im N-Fluss-Konzept) (4.A, 4.B)
- Aktualisierung von Leistungsdaten (Milchkühe, übrige Rinder, Schweine, Geflügel) (4.A, 4.B)
- Einführung nationaler Werte für maximale CH₄-Bildungskapazität B_0 und lagerspezifische Methanumwandlungsfaktoren MCF bei Rindern und Schweinen (4.B)
- Einführung eines nationalen N₂O-Emissionsfaktors für Festmist (4.B)
- Aktualisierung des N-Fluss-Konzepts bzgl. der Berücksichtigung der N₂O-, NO- und N₂-Emissionen aus Stall und Lager (4.B)
- Berücksichtigung der anaeroben Vergärung von Gülle einschließlich Gärreste-Management (4.B)
- Veränderung der Stickstoff-Aktivitätsdaten für N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden als Folge der oben genannten Änderungen im Bereich der Nutztierhaltung (4.D)
- Aktualisierung der Klärschlamm-Menge für 2010 (4.D)
- Aktualisierung der Flächen der organischen Böden (4.D)

Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft:

- Änderung der Berechnungsgrundlage für die Aktivitätsdaten (Flächen) 2009 – 2011 (5.A – 5.F)
- neue ATKIS-Daten für 2011 (5.A - 5.F)
- neue Emissionsfaktoren (CO₂ und N₂O) für mineralische Böden im Wald (5.A – 5.F);
- vollständige Daten der BZE II (5.A – 5.F)
- neue Emissionsfaktoren für Streu (5.A – 5.F)
- Methodenänderung zur Bestimmung der unterirdischen Biomasse von Gehölzen (5. A – 5.F)
- Korrektur der Biomasse-Emissionsfaktoren für Ackerland (5.A – 5.F)
- erstmalige Nutzung B-DLM-gestützter Aktivitätsdaten für Torfabbau (5. D, 5.E)

Abfall und Abwasser:

- Verwendung einer neuen Datenquelle für die Methanfassung auf stillgelegten Deponien (ab 1999) (6.A.1)
- Aktualisierung der statistischen Eingangsdaten 2010 (6.D)

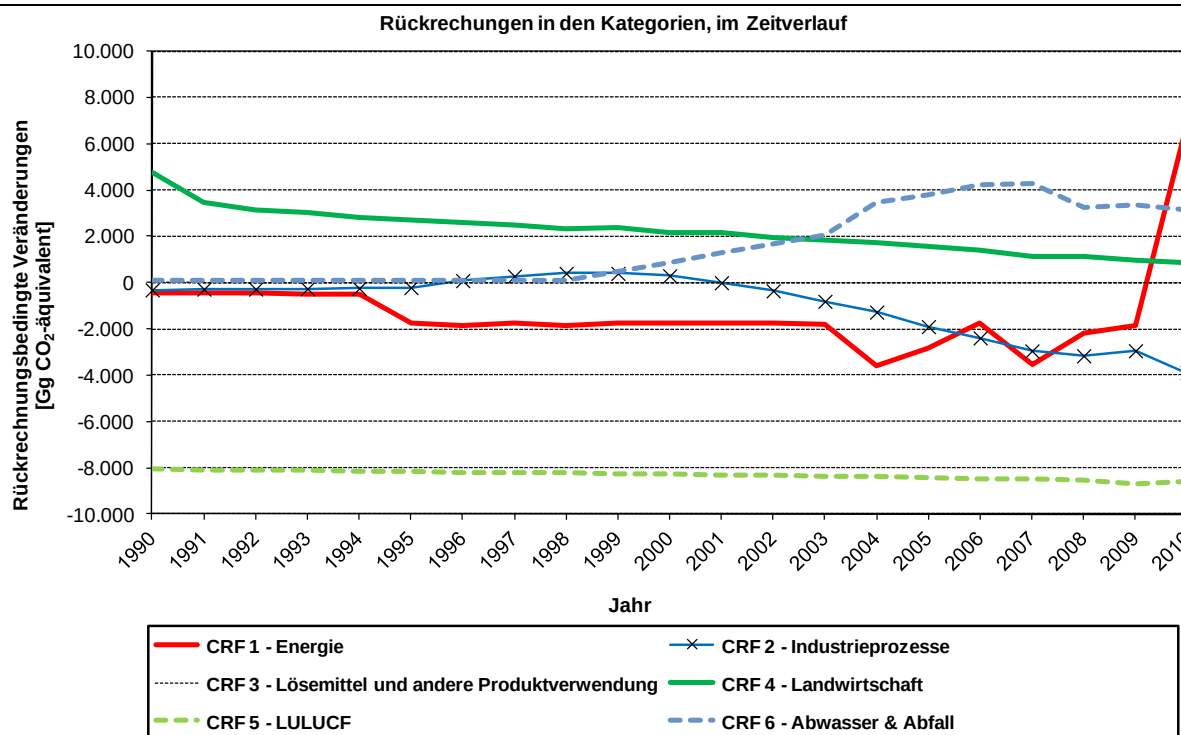


Abbildung 73: Änderung der Gesamtemissionen über alle Kategorien im Vergleich zur Submission 2012 für die gesamte Zeitreihe

10.1.1.3 Rückrechnungen im Inventar 2013 nach Substanzen

Rückrechnungen erfolgten in folgenden Quellgruppen (siehe auch Nennungen unter 10.1.1.2):

Tabelle 302: Quellgruppen in denen Rückrechnungen des Inventars gegenüber der vorjährigen Berichterstattung notwendig waren

CRF	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	F-Gase
1 – Energie	x	x	x	
2 – Industrieprozesse	x			x
3 – Lösemittel und andere Produktverwendung				
4 – Landwirtschaft	x	x	x	
5 – LULUCF	x	x	x	
6 – Abfall & Abwasser		x		

Tabelle 303: durch Rückrechnungen des Inventars bedingte prozentuale Änderung gegenüber der vorjährigen Berichterstattung

	Basisjahr (1990/1995)	2010
	relative Veränderung	
Gesamt (CO₂-äquiv.)	0,33%	0,75%
CO ₂	-0,02%	0,87%
CH ₄	2,65%	5,64%
N ₂ O	1,79%	-0,15%
HFC, PFC, SF ₆	0,70%	-17,90%

Emissionen ohne LULUCF; Quelle: eigene Berechnungen,

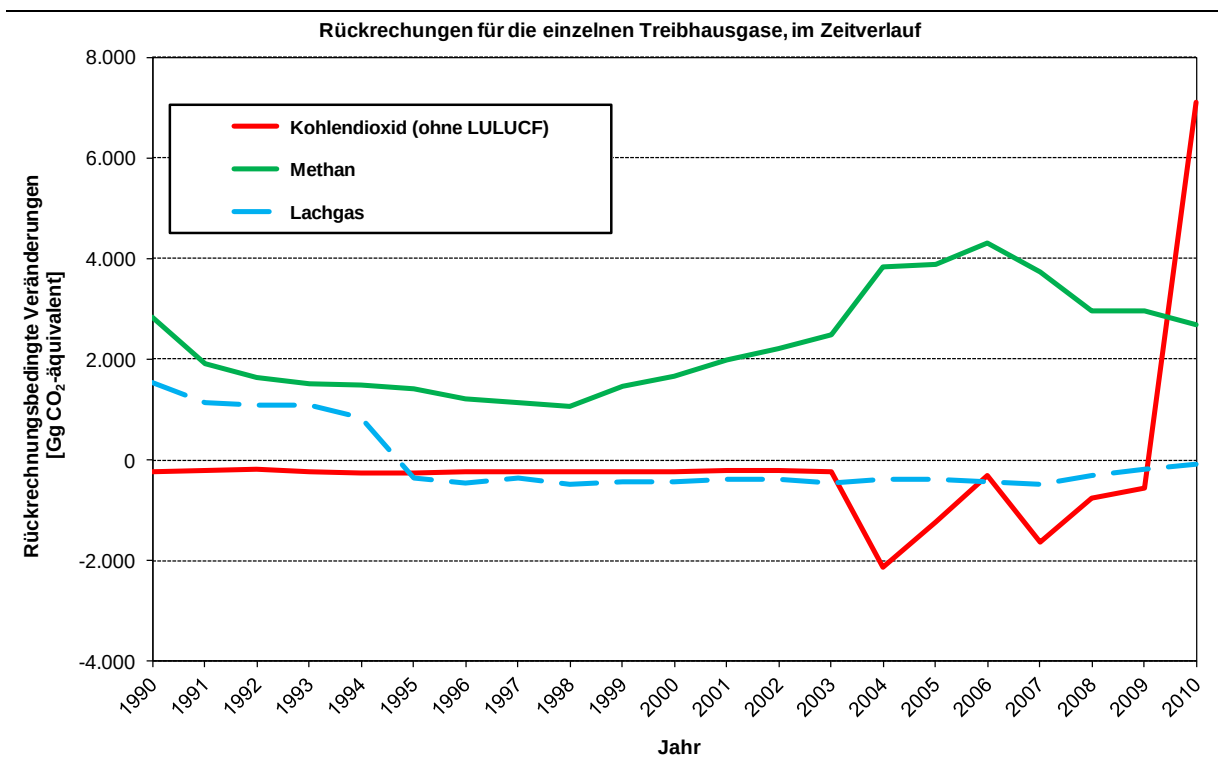


Abbildung 74: Rückrechnung der Gesamtemission der einzelnen Treibhausgase über alle Quellgruppen im Vergleich zur Submission 2012, für die gesamte Zeitreihe

10.1.1.4 Rückrechnungen als Umsetzung von Ergebnissen des Review Prozesses

Gegenüber Submission 2012 erfolgten folgende Rückrechnungen als Ergebnis des Review-Prozesses sowohl unter UNFCCC als auch UNECE:

- Revision der Methanfassung auf stillgelegten Deponien (ab 1999) (6.A.1) – infolge UNFCCC In-Country Review 2010
- Korrektur der gesamten Zeitreihe der CO₂-Emissionen aus der Kalkherstellung (2.A.2) – infolge UNECE Centralized Review 2011
- Nutzung neuer Emissionsfaktoren für mineralische Böden auf Basis vollständiger Daten der BZE II (5.A – 5.F)

10.1.2 KP-LULUCF-Inventar

10.1.2.1 Generelles Vorgehen

Das methodische Vorgehen bei Rückrechnungen unter dem Kyoto Protokoll entspricht dem bei der Konvention angewendeten. Ausführliche Informationen zum generellen Vorgehen finden sich im Kapitel 10.1.1.1.

10.1.2.2 Rückrechnungen im Inventar 2013 nach Quellgruppen

- Für die Aktivitätsdaten wurde der aktuelle Datensatz des Basis-DLM (2011) für die Herleitung der Flächen berücksichtigt. Dadurch wurde eine Rekalkulation der Jahre 2009 und 2010 notwendig.
- Für die mineralischen Böden wurde durch die Verwendung der finalen BZE II Daten veränderte EF für die Aufforstung und Entwaldung (KP 3.3) sowie für die Waldbewirtschaftung (KP 3.4) hergeleitet. Weiterführende Informationen sind im Kapitel 7.2.4.4. zu finden.
- Bei der Biomasse wurden durch die Korrektur der Biomassedaten andere Emissionsfaktoren (EF) für die Vornutzung bei Aufforstung und Nachnutzung bei Entwaldung (KP 3.3) verwendet (siehe Kapitel 7.1.7).
- Bei der Streu erfolgte eine Anpassung der EF durch die finale Datengrundlage aus den Erhebungen BZE II und BioSoil für Aufforstungs- und Entwaldungsflächen (KP 3.3) sowie für die Waldbewirtschaftung (KP 3.4) (siehe Kapitel 7.2.4.3).

10.1.2.3 Rückrechnungen im Inventar 2013 nach Substanzen

CO₂-Rückrechnungen erfolgten für die mineralischen Böden, die Biomasse und die Streu. Für Lachgas (N₂O) und Methan (CH₄) waren keine Rückrechnungen notwendig.

10.1.2.4 Rückrechnungen als Umsetzung von Ergebnissen des Review Prozesses

- Gegenüber Submission 2012 erfolgten keine Review-bedingten Rückrechnungen.

10.2 Auswirkung auf die Höhe der Emissionen

10.2.1 Treibhausgas-Inventar

Veränderungen gegenüber der Submission 2012 fallen mit +0,3 % für 1990 und +0,75 % für das Jahr 2010 relativ gering aus.

Für die einzelnen CRF-Sektoren sind die Veränderungen innerhalb der für 1990 bzw. 2010 berichteten Emissionen in Tabelle 306 und Tabelle 307 dargestellt.

Das Inventar wurde in Bezug auf Vollständigkeit und Genauigkeit verbessert.

Tabelle 304: durch Rückrechnungen bedingte absolute und prozentuale Veränderungen der nationalen Gesamtemissionen ohne CO₂ aus LULUCF gegenüber der vorjährigen Berichterstattung

Jahr	Submission 2012	Submission 2013	Veränderung absolut	Veränderung relativ
	[Gg CO ₂ -äquivalent]	[Gg CO ₂ -äquivalent]		
1990	1.246.407	1.250.529	4.122	0,33%
1991	1.200.651	1.203.512	2.861	0,24%
1992	1.150.852	1.153.405	2.554	0,22%
1993	1.141.686	1.144.075	2.390	0,21%
1994	1.122.050	1.124.201	2.151	0,19%
1995	1.117.698	1.118.588	890	0,08%
1996	1.136.625	1.137.527	902	0,08%
1997	1.100.494	1.101.613	1.118	0,10%
1998	1.074.642	1.075.665	1.023	0,10%
1999	1.040.323	1.041.792	1.470	0,14%
2000	1.039.264	1.040.857	1.593	0,15%
2001	1.054.025	1.055.681	1.656	0,16%
2002	1.032.891	1.034.424	1.533	0,15%
2003	1.031.084	1.032.353	1.269	0,12%
2004	1.019.509	1.019.838	328	0,03%
2005	997.544	998.194	650	0,07%
2006	999.164	1.000.653	1.490	0,15%
2007	977.257	976.209	-1.048	-0,11%
2008	976.233	975.257	-976	-0,10%
2009	912.064	911.578	-486	-0,05%
2010	936.798	943.791	6.992	0,75%

Quelle: eigene Berechnungen

Tabelle 305: durch Rückrechnungen bedingte prozentuale Veränderungen der nachrichtlichen Inventardaten gegenüber der vorjährigen Berichterstattung

	relative Veränderung	
	1990	2010
Emissionen aus dem internationalen Verkehr	0,00%	-0,20%
Luftverkehr	0,00%	-0,28%
Seeverkehr	0,00%	0,00%
Multilaterale Einsätze	NE	NE
CO₂ Emissionen aus Biomasse	0,00%	12,81%

Quelle: eigene Berechnungen

10.2.1.1 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 1990

Die Gesamtemissionen (ohne CO₂ aus LULUCF) für 1990 erhöhen sich geringfügig um insgesamt etwa 0,33 % bzw. 4.122 Gg (siehe Tabelle 306).

Die absolut größte Veränderung erfolgt dabei im Sektor *Landwirtschaft* +4.752 Gg bzw. +5,7 %.

Mit -436 Gg (-0,04 %), -309 Gg (-0,33 %) sowie +119 Gg (+0,28 %) fallen die für 1990 in den Bereichen *Energie*, *Industrieprozesse* und *Abfall und Abwasser* vorgenommenen Korrekturen dagegen gering aus.

Die für den Bereich *Lösemittel und andere Produktverwendung* berichteten Emissionen bleiben unverändert.

Die Absenkung der für den Sektor *LULUCF* berichteten CH₄- und N₂O-Emissionen um knapp 3 Gg oder 1,25 % wirkt sich nur geringfügig auf das Gesamtinventar aus

Weitere wesentliche, jedoch nicht in das Inventar einfließende Änderungen erfolgten für die CO₂-Einbindungen und -Emissionen dieses Sektors. Hier führten neuerliche grundlegende methodische Überarbeitung zu einer Zunahme der für 1990 berichteten Einbindungen um rund 8.000 Gg oder fast 29 %.

Detailliertere Informationen sind, in Ergänzung zu nachfolgender Tabelle, in den CRF-Tabellen 8(a)s1 und 8(a)s2 verfügbar.

Tabelle 306: Rückrechnung der CRF-spezifischen Gesamtemission über alle Treibhausgase 1990

	Submission 2012 [Gg CO ₂ -äquivalent]	Submission 2013 [Gg CO ₂ -äquivalent]	Veränderung absolut	Veränderung relativ
Nationale Gesamtemissionen (ohne CO₂ aus LULUCF)	1.246.407	1.250.529	4.122	0,33%
1. Energie	1.020.759	1.020.323	-436	-0,04%
2. Industrieprozesse	94.580	94.271	-309	-0,33%
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	4.477	4.477	0	0,00%
4. Landwirtschaft	83.211	87.963	4.752	5,71%
5. Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft	-27.699	-35.758	-8.059	-29,09%
CO ₂ (Netto-Emissionen/Einbindung)	-27.968	-36.024	-8.055	-28,80%
N ₂ O + CH ₄ (Emissionen)	269	266	-3	-1,25%
6. Abfall und Abwasser	43.111	43.230	119	0,28%

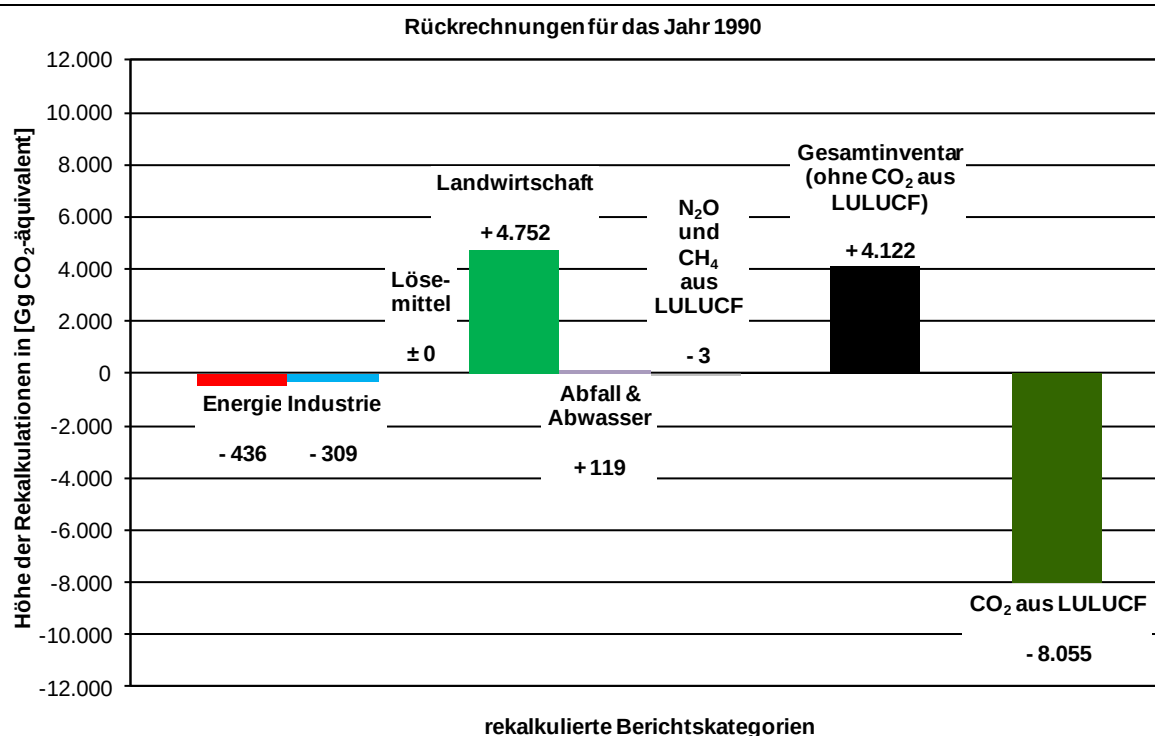


Abbildung 75: Rückrechnungen aller Treibhausgase 1990

10.2.1.2 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 2010

Die für das Jahr 2010 berichteten Gesamtemissionen ohne CO₂ aus LULUCF erhöhen sich im Vergleich zur Submission 2012 um 6.992 Gg bzw. 0,75 % (siehe Tabelle 307).

Die mengenmäßig größten Veränderungen erfolgten hier in den Sektoren *Energie* (+6.866 Gg) und *Industrieprozesse* (-3.893 Gg). Für CRF 1 ist dies besonders auf die Überarbeitung der Energiebilanz 2010 zurückzuführen. Die in CRF 2 erfolgten umfassenden Neuberechnungen sind in Kapitel 10.1.1.2 aufgeführt und werden in entsprechenden Quellgruppenkapiteln näher erläutert.

Die für den Bereich *Lösemittel und andere Produktverwendung* berichteten Emissionen bleiben wie schon für 1990 unverändert.

Eine weitere Erhöhung der berichteten Emissionen erfolgte dagegen mit +886 Gg bzw. +1,31 % für den *Landwirtschaftssektor*.

Mit +3.115 Gg bzw. +25,45 % kam es für den Sektor *Abfall & Abwasser* zu ähnlich großen Anpassungen der berichteten Emissionen.

Die Erhöhung der für den Sektor *LULUCF* berichteten CH₄- und N₂O-Emissionen um knapp 7 % wirkt sich nur geringfügig auf das Gesamtinventar aus.

Weitere, jedoch nicht in das Inventar einfließende Änderungen erfolgten für die CO₂-Einbindungen und -Emissionen dieses Sektors. Hier führt die oben erwähnte methodische Überarbeitung zu einer deutlichen Absenkung der für 2010 berichteten Emissionen um fast 8.600 Gg bzw. mehr als 50 %.

Weitere Rückrechnungsinformationen enthalten die CRF-Tabellen 8(a) und 8(b) und nachfolgende Zusammenstellung.

Tabelle 307: Rückrechnung der CRF-spezifischen Gesamtemission über alle Treibhausgase 2010

	Submission 2011 [Gg CO ₂ -äquivalent]	Submission 2012 [Gg CO ₂ -äquivalent]	Veränderung absolut	Veränderung relativ
Nationale Gesamtemissionen (ohne CO₂ aus LULUCF)	936.798	943.791	6.992	0,75%
1. <i>Energie</i>	782.313	789.179	6.866	0,88%
2. <i>Industrieprozesse</i>	72.631	68.738	-3.893	-5,36%
3. <i>Lösemittel und andere Produktverwendung</i>	1.882	1.882	0	0,00%
4. <i>Landwirtschaft</i>	67.479	68.365	886	1,31%
5. <i>Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft</i>	17.283	8.721	-8.562	49,54%
CO ₂ (Netto-Emissionen/Einbindung)	17.028	8.448	-8.580	50,39%
N ₂ O + CH ₄ (Emissionen)	255	272	18	7,02%
6. <i>Abfall</i>	12.239	15.354	3.115	25,45%

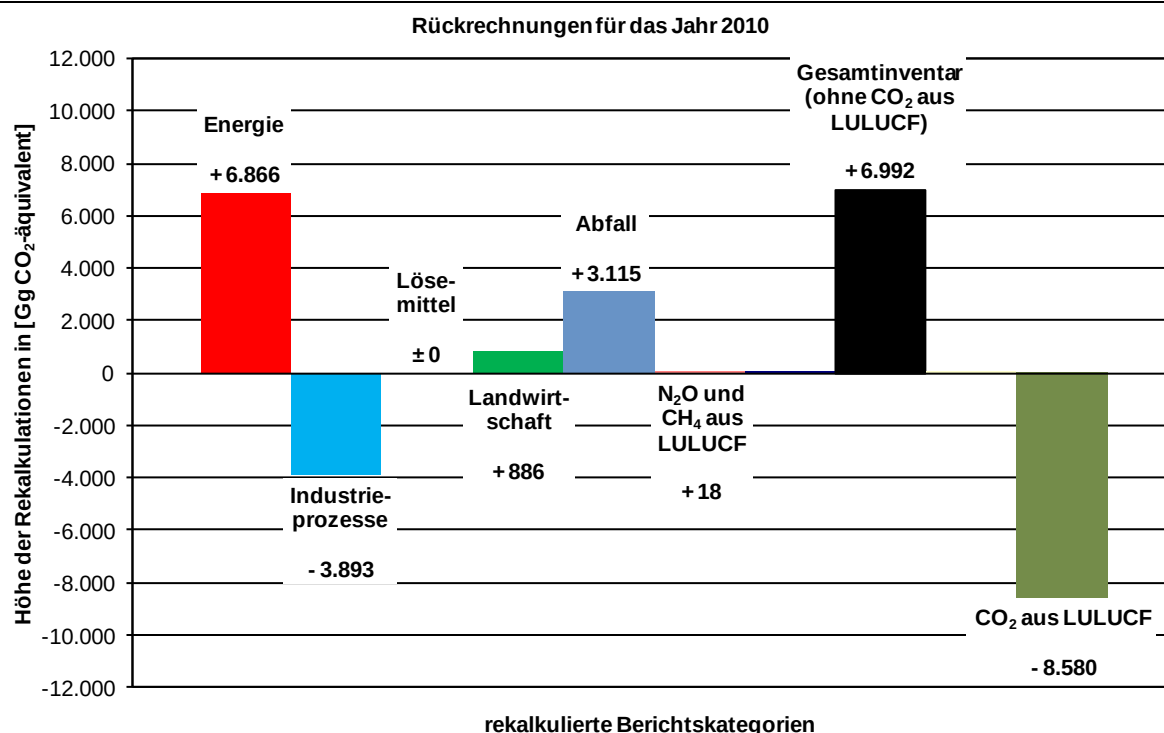


Abbildung 76: Rückrechnungen aller Treibhausgase 2010

10.2.2 KP-LULUCF-Inventar

10.2.2.1 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 1990

Die Gesamtsenke für 1990 vergrößert sich durch methodische Korrekturen und die erstmalige Verwendung der Zahlen für die mineralischen Böden bei der Waldbewirtschaftung um insgesamt etwa 13 % (siehe Tabelle 308). Dies ist zu 99 % auf die Veränderung bei der Waldbewirtschaftung und zu 1 % auf erfolgte Aufforstung oder Entwaldung zurückzuführen.

Tabelle 308: Rückrechnung der KP-LULUCF-Gesamtemission über alle Treibhausgase 1990

	Submission 2012	Submission 2013	Veränderung absolut	Veränderung relativ
	[Gg CO ₂ -äquivalent]	[Gg CO ₂ -äquivalent]	[Gg CO ₂ -äquivalent]	[%]
Aufforstung (KP3.3)	1.139	1.173	34	2,98%
Entwaldung (KP3.3)	2.102	2.038	-64	-3,04%
Waldbewirtschaftung (KP3.4)	-69.326	-77.758	-8.432	12,16%
gesamt	-66.085	-74.547	-8.462	12,80%

10.2.2.2 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 2010

Die Gesamtsenkenleistung steigt für das Jahr 2010 im Vergleich zur Submission 2012 um 32 %. Dies ist vor allem auf die erstmalige Verwendung der Zahlen für die mineralischen Böden bei der Waldbewirtschaftung zurückzuführen.

Tabelle 309: Rückrechnung der KP-LULUCF-Gesamtemission über alle Treibhausgase 2010

	Submission 2012	Submission 2013	Veränderung absolut	Veränderung relativ
	[Gg CO ₂ -äquivalent]	[Gg CO ₂ -äquivalent]	[Gg CO ₂ -äquivalent]	[%]
Aufforstung (KP3.3)	-5.945	-5.700	245	4,12%
Entwaldung (KP3.3)	120	112	-8	-6,67%
Waldbewirtschaftung (KP3.4)	-19.410	-27.697	-8.287	42,69%
gesamt	-25.235	-33.285	-8.050	31,90%

10.3 Auswirkung auf die Emissionstrends und die Konsistenz der Zeitreihe

10.3.1 Treibhausgas-Inventar

Die Konsistenz der Zeitreihen hat sich auf Grund der Rückrechnungen verbessert.

Im Ergebnis stellt sich der Trend der nationalen Gesamtemissionen (ohne CO₂ aus LULUCF) gegenüber dem aktuellen Basisjahr in einer Reduktion von 27 % dar.

Nach dem zuletzt deutlichen Anstieg liegen die reinen CO₂-Emissionen mit -3,4 % deutlich unter den Werten des Nach-Krisenjahres 2010. Die CH₄-Emissionen gehen mit -3,1 % ähnlich stark zurück. Die Lachgas-Emissionen steigen dagegen gegenüber 2010 deutlich um 4,1 %. Die HFC-, PFC- und SF₆-Emissionen entwickeln sich dagegen uneinheitlich: Gegenüber 2010 werden 2,4 % mehr HFCs, dafür aber 19,5 % weniger PFCs emittiert. Die SF₆-Emissionen nehmen um 4 % zu.

10.3.2 KP-LULUCF-Inventar

Die Konsistenz der Zeitreihen blieben durch die Rückrechnung gewahrt. Vor allem durch die erstmalige Verwendung der Zahlen für die mineralischen Böden bei der Waldbewirtschaftung konnte eine wesentliche Verbesserung der Emissionsschätzung erfolgen. Insgesamt führte das für Aufforstungs-, Entwaldungs- und bewirtschaftete Flächen zu einer Anpassung der Emissionen (siehe Kapitel 10.2.2).

10.4 Verbesserungen des Inventars

10.4.1 Treibhausgas-Inventar

Die folgende Tabelle fasst die durchgeführten Verbesserungen der THG-Emissionsbericht-erstattung aufgrund der Hinweise und Anmerkungen des ERT aus den zurückliegenden Überprüfungen unter der Klimarahmenkonvention und unter dem Kyoto Protokoll zusammen. Die Tabelle nennt nur Aspekte, die nicht bereits während der Überprüfung gelöst wurden.

Tabelle 310: Zusammenstellung der im IP dokumentierten erledigten Review-Empfehlungen

CRF	ARR Reference	Recommendation / Aspect	Improvement	NIR Chapter
National System	ARR 2008 § 21a; ARR 2011 §15	ERT recommended that Germany should continue its efforts to complete and strengthen the well developed national system, i.e. Full implementation of the QA/QC plan; securing the timely completion of the energy balance; archiving agreement between Destatis and vTI regarding confidentiality issues and availability of agricultural statistics; eliminating data problems relating to railway transport; reaching agreement with Eurocontrol on data exchange; and developing an integrated concept for LULUCF sector.	With the conclusion on the integrated concept for LULUCF by the German Ministry for Agriculture and Consumer Protection all issues from this recommendation have been established, beside the agreement with Eurocontrol, which will be negotiated by the European Commission for all MS	
QA / QC	ARR 2010 § 16e, 46d	Include information on the results of the QA / QC procedures in the NIR	Descriptions of the results of QA/QC procedures are included in respective NIR chapters	
Key Category Analysis	ARR 2011 § 19	Germany has also conducted a key category assessment for activities under Article 3, paragraphs 3 and 4, of the Kyoto Protocol, following the IPCC good practice guidance for LULUCF. However, all KP-LULUCF activities (CO ₂) are identified as key categories according to CRF table NIR 3, while annex 1 to the NIR included only afforestation/reforestation and forest management (CO ₂) as key categories. The ERT recommends that Germany ensure consistency of its reported key category analysis results in its next annual submission.	Germany has corrected the inconsistency in its 2013 submission	Chapter 17.1
Key Category Analysis	ARR 2011 § 18	The ERT welcomes this plan to improve the key category analysis in Germany and recommends that Germany document the criteria the key category analysis it uses in its next annual submission.	Germany has included qualitative criteria in its key category analysis in the submission 2012	Chapter 17.1.2
Uncertainties	ARR 2011 § 21	The ERT noted some inconsistencies in the NIR explaining the tier applied. The tier 2 analysis is performed every three years (most recently for the 2010 submission). However, in some places in the NIR it is mentioned that tier 1 is applied for the 2011 submission, and elsewhere references are made to tier 2. The ERT recommends that Germany enhance the QC of the NIR before submission in order to avoid inconsistencies of information.	Germany revised the respective chapter and corrected the inconsistency	
Recalculation	ARR 2011 §22	The rationale and impact of these recalculations is generally provided in the NIR and in CRF table 8(b). However, the ERT noted that in some cases further documentation of the recalculations is needed (see paras. 36, 55, 63, 67 and 79 below) and recommends that Germany improve the transparency of its recalculations at the category level in its next annual submission.	Germany has improved the detail of information provided regarding rationales and impacts of recalculations in both CRF tables and NIR	Chapter 10.1
1.	ARR 2009 §§ 43, 45d	ERT reiterates the recommendation from previous reviews the effective improvement of the timeliness of the availability of the energy balance.	The NIR chapter 18 contains a justification on why the timeliness of the availability of the energy balance can not further improved	Chapter 18
1.	ARR 2011 § 43	Quantitative uncertainties for AD and EFs for several subcategories in manufacturing industries and construction (e.g. iron and steel) are not available in the NIR, but are available only as combined uncertainties reported as per cent of national	Germany included AD and EFs uncertainties in the respective NIR chapter on uncertainties	Chapter 23

CRF	ARR Reference	Recommendation / Aspect	Improvement	NIR Chapter
		total emissions. ..To increase the transparency of the inventory, the ERT recommends that Germany include this information in its next annual submission, preferably briefly in the category sections, but also as a whole in an annex to the NIR		
1.A.	ARR 2010 § 64; ARR 2011 § 45	CO2 emissions from fuel combustion were estimated using the reference approach and the sectoral approach. ... The ERT also noted large differences between inventory data and corresponding IEA data. The ERT recommends that Germany explain the reasons for these differences in the reference approach and the sectoral approach in the CRF documentation box and in the NIR and, to the extent possible, also explain the differences between its data and the corresponding IEA data.	As the data source for the joint annual questionnaire of the IEA has changed the inventory data and the corresponding IEA from 2010 onwards are consistent in the meantime.	
1.A.	ARR 2010 § 67; ARR 2011 § 47	The ERT noted that the reporting of feedstocks includes the coke oven coke input of blast furnaces and that the carbon storage fractions used differed significantly from the defaults contained in the Revised 1996 IPCC Guidelines. Germany did not provide proper justification for these departures from the Revised 1996 IPCC Guidelines. The ERT recommends that the Party provide justification or reconsider the methodology and storage fractions used.	Germany uses the IPCC 1996 default values since the submission 2012	Chapter 20 Annex 4
1.A.	ARR 2008 §27; ARR 2011 § 24	ERT encourages Germany to correct the discrepancies between CRF tables 1.C and 1.A(b) for gas/diesel and residual fuel oil for 2005 and 2006	The respective data have been revised and corrected, hence no discrepancies occur	
1.B.1	Initial Review § 60	The ERT recommends that Germany add transparency to its calculation by providing the number of decommissioned mines, potential emissions and gas recovery per year in its NIR		
4.	ARR 2010 §§ 100, 105	The ERT recommends that Germany use country-specific EFs in inventory development and document the rationale for using these accordingly and in line with the IPCC good practice guidance. The ERT also recommends that Germany review its reasoning and justification (i.e. argumentation) on the use of the 2006 IPCC Guidelines.	The respective chapters have been revised and updated	Various chapters
4.B.	ARR 2011 § 75	The N excretion rate for dairy cattle (131.5 kg N/head/year) for 2009 is the highest reported by Parties (range 68–131.5 kg N/head/year) and above the IPCC default range (60–100 kg N/head/year). During an internal review, Germany found that the N excretion rates used for dairy cattle are too high due to an overestimation of the N content in the feed. The ERT recommends that Germany correct this in its next annual submission.	Germany corrected the N excretion rate for dairy cattle in the submission 2012	Chapter 6.3
5.	ARR 2010 § 10	ERT identified a need for improvement in the quality of reporting under Article 3, paragraphs 3 and 4, of the Kyoto Protocol. There were numerous deficiencies and errors, which meant that the ERT was not able to assess the accuracy of the reporting. Germany was requested by the ERT to provide an action plan outlining how it plans to resolve the issues identified by the ERT. Germany provided this plan on 5 November 2010. The ERT recommends that Germany implement the planned improvements set out in this action plan as far as possible and to report thereon in	The Action Plan on resolutions of issues identified in the LULUCF sector has been completely implemented in this submission	Various chapters

CRF	ARR Reference	Recommendation / Aspect	Improvement	NIR Chapter
		its 2011 annual submission, and to provide information from its action plan in the national inventory report (NIR). In response to the draft annual review report,		
5.	ARR 2010 § 24c, 25, 39	The ERT noted several errors and mistakes in the reporting, especially in the LUUCF sector, and concluded that the implementation of the QA/QC procedures needs to be strengthened.	According to the complete implementation of the action plan the QA/QC procedures are strengthened.	
5.	ARR 2011 § 86	The ERT reiterates the recommendation in the previous review report that Germany include subdivisions, such as extracted peatlands and natural or re-established wetlands, to improve transparency.	Germany revised and improved the respective chapters	Chapter 7
5.A.1	ARR 2009; §90	ERT recommends that Germany either report information supporting the underlying assumption that carbon stocks are in an equilibrium or provide estimates of emissions and removals for this category in its next submission	Germany provide in this submission estimates of emissions and removals	Chapter 7.2.4.4

Alle Maßnahmen zielen auf volle Konsistenz mit den UNFCCC-Berichtsguidelines und den IPCC-Guidelines ab und sollen jedwede Adjustments unter dem Kyoto-Protokoll verhindern.

In den folgenden Tabellen werden die in den Quellgruppen-Kapiteln gemachten Aussagen der letzten drei Inventarberichte zu den geplanten Verbesserungen zusammengefasst. Sie sind entsprechend dem Bearbeitungsstand unterteilt und werden ergänzt um Informationen zum daraus abgeleiteten Handlungsbedarf und verschiedener weiterführender Informationen.

Tabelle 311: Zusammenfassung der in den NIR-Quellgruppenkapiteln genannten geplanten Verbesserungen

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	Kommentar	Quelle	Berichterstattungs-jahr
1.	Energie	Die CO ₂ -Verifikation muss zukünftig durch den verstärkten Datenabgleich mit den in der Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Rahmen des ETS-Monitorings gewonnenen Informationen weiter verbessert werden. Hier werden Bezugsdaten der detaillierten Emissionsberechnung (im wesentlichen Aktivitätsraten) mit aggregierten Daten des Emissionshandels intensiver verglichen. Erste Ergebnisse sind in den quellgruppenbezogenen Kapiteln enthalten.	Die Verifizierbarkeit der CO ₂ -Emissionen ist zukünftig durch den verstärkten Datenabgleich mit den in der Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Rahmen des ETS-Monitorings gewonnenen Informationen weiter zu verbessern. Hierfür ist der Vergleich von Bezugsdaten der detaillierten Emissionsberechnung (im wesentlichen Aktivitätsraten) mit aggregierten Daten des Emissionshandels zu intensivieren.	2012		Kap. 3.2.1.2.3	2012
1.A	Verbrennung fossiler Brennstoffe	Die CO ₂ -Verifikation soll zukünftig insbesondere durch verstärkten Datenabgleich mit den in der Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Rahmen des ETS-Monitorings gewonnenen Informationen verbessert werden. Hier sollen Bezugsdaten der Emissionsberechnung (im wesentlichen Aktivitätsraten) mit aggregierten Daten des Emissionshandels intensiver verglichen werden.	Intensivierung des Abgleichs von Daten der Emissionsberechnung mit den in der Emissionshandelsstelle (DEHSt) ermittelten aggregierten Daten des Emissionshandels.	2011		Kap. 3.2.1.2.3	2011
1.A.1.a	Öffentliche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung	Die Berechnung der Aktivitätsdaten zur Abfallverbrennung soll weiter methodisch verbessert werden.	Die Berechnung der Aktivitätsdaten zur Abfallverbrennung ist methodisch weiter zu verbessern.	2011		Kap. 3.2.6.6	2011
1.A.3.a	Ziviler Luftverkehr	Das Umweltbundesamt bemüht sich weiterhin um eine Einigung mit Eurocontrol zur Nutzbarmachung originärer Eurocontrol-Daten.	Herbeiführung einer Einigung mit Eurocontrol zur Nutzbarmachung originärer Eurocontrol-Daten.	2011	Wird inzwischen Federführend von der EU betrieben! Somit keine Aufgabe mehr von UBA	Kap. 3.2.10.1.6	2011
1.A.3.a	Ziviler Luftverkehr	Sobald von Eurocontrol Daten aus dem AEM 3-Modell geliefert werden, können diese zur Berichterstattung verwendet werden. Damit würde die Berechnung des Anteils des nationalen Flugverkehrs, die Aufteilung des Kerosinverbrauchs in die beiden Flugphasen, sowie die NO _x -, HC- und CO-Emissionen auf Berechnungen nach Tier 3b basieren.	Sobald es eine Einigung der EU mit Eurocontrol zur Nutzbarmachung originärer Eurocontrol-Daten gibt, sind die entsprechenden Daten (AEM 3 data) in das Inventar einzuarbeiten.	2011	Wird erst zum Handlungsbedarf wenn Einigung zwischen EU und Eurocontrol erzielt wurde.	Kap. 3.2.10.1.6	2011
1.A.3.c	Schienenverkehr	In einem Vorhaben werden die seit 1990 eingesetzten Mengen von Kohle und Koks sowie aller weiteren neben Diesel und Biodiesel verwendeten Brennstoffe ermittelt.	Nach Projektabschluss sind ggf. alle Brennstoffe zu aktualisieren.	2012		Kap. 3.2.10.3.6	2012
1.A.3.d	Schiffsverkehr (See-, Binnenschifffahrt)	In einem Vorhaben werden die im TREMOD-Modul Binnenschifffahrt verwendeten Basisdaten grundlegend überarbeitet.	Nach Projektabschluss sind die für die Binnenschifffahrt verwendeten Basisdaten zu aktualisieren.	2012		Kap. 3.2.10.4.6	2012
1.A.3.e	Übriger Verkehr	Emissionen aus dem Bauwirtschaftlichen Verkehr werden zukünftig unter 1A.2.f ii berichtet. Darüber hinaus sind derzeit keine Verbesserungen geplant.	Die Emissionsberechnungen für den bauwirtschaftlichen Verkehr sind unter 1A.2.f ii zu berichten.	2011	Die aus Kompatibilitätsgründen zur UNECE NFR Struktur	Kap. 3.2.10.5.6	2011

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	Kommentar	Quelle	Berichter stattungs jahr
					geplante Re-Allokation der hier berichteten Emissionen nach 1.A.2.f.ii wurde gestoppt, da die finalen Reporting Guidelines 2006 diese Struktur im Gegensatz zur ursprünglichen Draft-Version der Guidelines nicht mehr vorsehen.		
1.B.1.c	Feste Brennstoffe	Über die Höhe der diffusen Methanemissionen aus stillgelegten Bergwerksteilen liegen wissenschaftliche Schätzungen vor. Fachleute gehen bisher von 300 Mio. m³ aus, von denen rund 5 Mio. m³ in die Atmosphäre gelangen. Da diese Zahl mit großen Unsicherheiten behaftet ist, sollen im Forschungsprojekt zum "Potential zur Freisetzung und Verwertung von Grubengas" weitere Verbesserungen erarbeitet werden. Die diffusen Austritte an der Erdoberfläche liegen bei max. 0,02 % der Gesamtausgasung.	Ergebnisse aus dem Vorhaben (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2011		Kap. 3.3.1.3.6	2011
1.B.1.c	Feste Brennstoffe	Über die Höhe der diffusen Methanemissionen aus stillgelegten Bergwerksteilen liegen wissenschaftliche Schätzungen vor. Fachleute gehen bisher von rund 260 Mio. m³ aus, von denen rund 0,5 bis 1 Mio. m³ in die Atmosphäre gelangen. Die diffusen Austritte an der Erdoberfläche liegen bei max. 0,02 % der Gesamtausgasung. Die ermittelten Emissionen wurden mittels Forschungsvorhaben bis zum Jahr 2009 verifiziert. Es ist geplant auch für die Folgejahre eine Verifikation der Schätzungen durchzuführen.	Für die Jahre ab 2010 ist eine Verifikation der Schätzungen über die Höhe der diffusen Methanemissionen aus stillgelegten Bergwerksteilen durchzuführen.	2012		Kap. 3.3.1.3.6	2012
1.B.2	Öl und Gas	Im Forschungsprojekt von Müller-BBM (2009a) liegt als Ergebnis auch eine Analyse der noch zu verbessernden Quellkategorien 1.B.2.a.iii-vi vor. Die Ermittlung der noch fehlenden Emissionsfaktoren und Aktivitätsraten wird Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.	Ermittlung fehlender Emissionsfaktoren und Aktivitätsraten (siehe Einzelziel).	2011		Kap. 3.3.2.2	2011
1.B.2	Öl und Gas	Im Forschungsprojekt von Müller-BBM (2009a) liegt als Ergebnis auch eine Analyse der noch zu verbessernden Quellkategorien 1.B.2.a.i-vi vor. Die Ermittlung der noch fehlenden Emissionsfaktoren und Aktivitätsraten wird Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.	Ermittlung fehlender Emissionsfaktoren und Aktivitätsraten (siehe Einzelziel).	2012		Kap. 3.3.2.2	2012
1.B.2	Öl und Gas	Die Verifikation von Emissionsfaktoren aus der Lagerung von Erdgas ist weiterer Gegenstand von Forschungsprojekten.	Emissionsfaktoren aus der Lagerung von Erdgas sind zu verifizieren.	2012		Kap. 3.3.2.2	2012

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	Kommentar	Quelle	Berichterstattungs-jahr
1.B.2	Öl und Gas	Geplant ist zudem, die Emissionsfaktoren aus der Gasverteilung zu verifizieren.	Emissionsfaktoren aus der Gasverteilung sind zu verifizieren.	2012		Kap. 3.3.2.2	2012
2.A.2	Herstellung von Kalk	Die im Rahmen eines Forschungs-Projektes auf Basis von Emissionserklärungen der deutschen Kalkwerke (einschließlich Dolomit) ermittelten Emissionsfaktoren sind nur bedingt zur Verifizierung der Angaben im ZSE geeignet. Der Projektabschluss hat sich verzögert.	Ergebnisse aus dem Vorhaben (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2011		Kap. 4.2.2.6	2011
2.A.7.(a)	Mineralische Produkte: Sonstige - Herstellung von Glas	Derzeit sind Überprüfungen einzelner Angaben zum Scherbeneinsatz geplant, die ggf. zu Verbesserungen und geringen Anpassungen in der Emissionshöhe führen.	Angaben zum Scherbeneinsatz sind zu überprüfen, wobei Datenquellen zu recherchieren sind, ggf. über Koordinierungsausschuss. (siehe auch "Handlungsbedarf Ergänzung")	2011		Kap. 4.2.7.6	2011
2.A.7.(a)	Mineralische Produkte: Sonstige - Herstellung von Glas	Derzeit sind Überprüfungen einzelner Angaben zum Scherbeneinsatz geplant, die ggf. zu Verbesserungen und geringen Anpassungen in der Emissionshöhe führen.	Angaben zum Scherbeneinsatz sind zu überprüfen, wobei Datenquellen zu recherchieren sind, ggf. über Koordinierungsausschuss. (siehe auch "Handlungsbedarf Ergänzung")	2012		Kap. 4.2.7.6	2012
2.C.1	Herstellung von Eisen und Stahl	Mittels Expertengesprächen soll die Plausibilität der für die Kohlenstoffbilanz der Primärstahlerzeugung benötigten konsistenten statistischen Angaben, Heizwerte und Emissionsfaktoren überprüft werden.	Durchführung von Expertengesprächen zur Prüfung der Plausibilität der für die Kohlenstoffbilanz der Primärstahlerzeugung benötigten statistischen Angaben, Heizwerte und Emissionsfaktoren.	2011		Kap. 4.4.1.6	2011
2.C.1	Herstellung von Eisen und Stahl	Mittels Expertengesprächen soll die Plausibilität der für die Kohlenstoffbilanz der Primärstahlerzeugung benötigten konsistenten statistischen Angaben, Heizwerte und Emissionsfaktoren überprüft werden.	Durchführung von Expertengesprächen zur Prüfung der Plausibilität der für die Kohlenstoffbilanz der Primärstahlerzeugung benötigten statistischen Angaben, Heizwerte und Emissionsfaktoren.	2012		Kap. 4.4.1.6	2012
2.C.3	Primäraluminiumherstellung	Die Ermittlung von Unsicherheiten wird unter Einbeziehung des Industrieverbandes weitergeführt. Die korrekten PFC-Emissionen für 2009 werden nachgereicht.	Ermittlung von Unsicherheiten und Einarbeitung der "korrekten" PFC-Emissionen für 2009.	2011		Kap. 4.4.3.6	2011
2.C.4	Verwendung von SF6 in Aluminium- und Magnesiumgießereien	Seit längerem laufen Diskussionen mit den Anwendern, inwieweit die Annahme eines Emissionsfaktors von 1 in der Aluminiumindustrie der Realität entspricht. Bis zur nächsten Berichterstattungsrunde erwarten wir konkrete Ergebnisse, die wahrscheinlich zu einer Korrektur des Emissionsfaktors führen werden.	Korrektur des Emissionsfaktors auf Basis der Gespräche mit den "Anwendern(?)".	2011		Kap. 4.4.4.6	2011
2.D.1	Zellstoff und Papier	Die CO2-Emissionen aus der Kaustifizierung in der Sulfatzellstoffproduktion sind biogenen Ursprungs und müssen demnach bisher nicht berichtet werden. Zukünftig ist es denkbar zur Erhöhung der Transparenz auch CO2 biogenen Ursprungs zu berichten.	Prüfen, ob zukünftig CO2 biogenen Ursprungs berichtet werden sollte (siehe Einzelziel).	2012		Kap. 4.5.1.6	2012
2.F.1	Kälte- und Klimaanlage	Die Aktualität der verwendeten Kältemittelmodelle soll überprüft werden.	Die Aktualität der verwendeten Kältemittelmodelle ist zu überprüfen.	2012		Kap. 4.7.1.5	2012
4.A	Fermentation	Auf Anregung des ERT des In-Country-Reviews im September 2010 wird daran gearbeitet, einen nationalen Methan-Umwandlungsfaktor für Milchkühe abzuleiten.	Ableitung eines nationalen Methan-Umwandlungsfaktors für Milchkühe.	2012		Kap. 6.2.6	2012
4.B	Düngerwirtschaft	Im Jahr 2010 erfolgt in Deutschland eine umfassende Erhebung landwirtschaftlicher Daten („Landwirtschaftliche Zählung 2010“, LZ2010) durch das Statistische Bundesamt. Die Auswertung der LZ2010 bzgl. inventarrelevanter	Die Ergebnisse der LZ 2010 sind in das Inventar einzuarbeiten.	2011		Kap. 6.3.2.6	2011

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	Kommentar	Quelle	Berichter stattungs jahr
		Daten wird in Abstimmung mit dem Statistischen Bundesamt ab Ende 2010 vorgenommen.					
4.B	Düngerwirtschaft	Auf Anregung des ERT des In-Country-Review im September 2010 wird derzeit daran gearbeitet, für die in Deutschland üblichen Lagerverfahren Methan-Umwandlungsfaktoren MCF zu ermitteln, die die nationalen Gegebenheiten adäquat repräsentieren und konsistent mit Messdaten sind. Da Methan-Umwandlungsfaktor MCF und maximale Methan-bildungs-kapazität Bo ein aufeinander abge-stimm-tes Wertepaar sein müssen, wird auch an der Ableitung nationaler Werte für Bo gearbeitet. Die Ergebnisse werden in der neu geschaffenen KTBL-Arbeitsgemeinschaft Klimaschutz (Arbeitsgruppe Wirtschaftsdünger-Management) abgestimmt.	Ableitung eines nationalen Methan-Umwandlungsfaktors für Lagerverfahren in Deutschland.	2012		Kap. 6.3.2.6	2012
4.B	Düngerwirtschaft	Der Umstand, dass ein Teil der Gülle in Biogas-Anlagen verarbeitet wird, wird mangels repräsentativer Aktivitätsdaten im Inventar derzeit nicht berücksichtigt. Am KTBL läuft dazu ein Projekt, mit dessen Hilfe für die zukünftige Berichterstattung die erforderlichen Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren gesammelt werden. Überdies existieren zum gleichen Thema in Deutschland eine Reihe von Forschungsprojekten.	Die Ergebnisse des KTBL-Projekts zu Gülle in Biogas-Anlagen (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2012		Kap. 6.3.2.6	2012
4.B	Düngerwirtschaft	Die von Deutschland derzeit verwendeten nationalen N2O-Emissionsfaktoren sollen in der neu geschaffenen KTBL-Arbeitsgemeinschaft Klimaschutz (Arbeitsgruppe Wirtschaftsdünger-management) überprüft werden.	Die nationalen N2O-Emissionsfaktoren sind zu überprüfen (siehe Einzelziel). In Abhängigkeit vom Ergebnis ist das Inventar ggf. zu überarbeiten.	2012		Kap. 6.3.4.6	2012
4.D	Landwirtschaftliche Böden	Im Jahr 2010 erfolgt in Deutschland eine umfassende Erhebung landwirtschaftlicher Daten („Landwirtschaftliche Zählung 2010“, LZ2010) durch das Statistische Bundesamt. Die Auswertung der LZ2010 bzgl. inventarrelevanter Daten wird in Abstimmung mit dem Statistischen Bundesamt ab Ende 2010 vorgenommen.	Die Ergebnisse der LZ 2010 sind in das Inventar einzuarbeiten.	2011		Kap. 6.5.6	2011
4.D	Landwirtschaftliche Böden	Im März 2011 findet durch das Statistische Bundesamt eine Sondererhebung von Daten zur Wirtschaftsdünger-Ausbringung statt, deren Ergebnisse Einfluss auf die für die indirekten N2O-Emissionen relevanten NH3- und NO-Emissionen haben werden.	Die Sondererhebung "Daten zur Wirtschaftsdünger-Ausbringung" des StaBa ist in das Inventar einzuarbeiten.	2011		Kap. 6.5.6	2011
4; 5	Landwirtschaft, LULUCF	Verbesserung des QA/QC-Konzeptes (siehe Antwort an das ERT: Action plan for resolving issues identified by the ERT regarding KP LULUCF)	Fertigstellung des QA/QC-Konzeptes.	2011		Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6	2011
5.A	Forest Land	Landnutzungsänderungen In den neuen Bundesländern wurden die Flächen und Flächenveränderungen mit den Daten des Projektes GSE FM-INT ermittelt. Die Ausweisung der Waldflächen erfolgte ab einer Mindestfläche von 0,5 ha. Aufgrund dieser Festlegung ergibt sich eine Abweichung zu den nach der BWI-Walddefinition ermittelten Waldflächen. Ein Projekt soll überprüfen, ob mit Hilfe von weiteren Datenquellen eine genauere Flächenbestimmung für die neuen Bundesländer für den Zeitraum von 1990 bis 2005 möglich ist (siehe auch Kapitel 19.5.1.1.3).	Initiierung eines Projekts zur Überprüfung, ob mit Hilfe von weiteren Datenquellen eine genauere Flächenbestimmung für die neuen Bundesländer für den Zeitraum von 1990 bis 2005 möglich ist.	2011	Nicht mehr notwendig. Grund siehe NIR Kap. 7.1.3.2.1	Kap. 7.2.8.1	2011
5.A	Forest Land	Streu und mineralische Böden Für zukünftige Auswertungen sollen bisher noch fehlende Datensätze aus den	Für die Berechnung der Kohlenstoffvorräte sind bisher fehlende Datensätze aus den Bundesländern	2011		Kap. 7.2.8.2	2011

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	Kommentar	Quelle	Berichter stattungs jahr
		Bundesländern einbezogen werden. Bisher konnten nur für etwa die Hälfte der BZE II-Punkte Kohlenstoffvorräte berechnet werden. Mit Einbeziehung noch fehlender Daten ist es möglich, die Auswertung auf eine statistisch besser abgesicherte Basis zu stellen. Der gewählte Ansatz über die Leitbodeneinheiten bietet noch Potential für eine weiterführende Auswertung, da noch keine Kovariablen (Textur, Niederschlag, Temperatur, Inklination, Exposition) in die Analyse eingeflossen sind.	heranzuziehen. Der gewählte Ansatz ist (siehe Einzelziel) weiter zu verbessern.				
5.A	Forest Land	Für zukünftige Auswertungen sollen bisher noch fehlende Datensätze aus den Bundesländern einbezogen werden. Bisher konnten nur für etwa 75 % der BZE II-Punkte Kohlenstoffvorräte berechnet werden. Unter Einbeziehung bisher fehlender Daten ist es möglich, die Auswertung auf eine statistisch besser abgesicherte Basis zu stellen. Der gewählte Ansatz über die Leitbodeneinheiten bietet noch Potential für eine weiterführende Auswertung, da noch keine Kovariablen (Textur, Niederschlag, Temperatur, Inklination, Exposition) in die Analyse eingeflossen sind. Weiterhin wird die Kartengrundlage BÜK gegenwärtig überarbeitet und demnächst mit einer höheren Genauigkeit (Maßstab 1:200.000) veröffentlicht.	Für die Berechnung der Kohlenstoffvorräte sind bisher fehlende Datensätze aus den Bundesländern heranzuziehen. Der gewählte Ansatz ist (siehe Einzelziel) weiter zu verbessern.	2012		Kap. 7.2.8.2	2012
5.A; 5.B; 5.C; 5.D	Forest Land, Cropland, Grassland, Wetland	Die Landerkennung für alle Kategorien wird auf einen Ansatz mit Punktraster umgestellt werden, der konsistent ist zur Berichterstattung der Waldkategorien und zur KP-LULUCF – Berichterstattung. Außerdem erlaubt diese Methode die einfache Zuhilfenahme anderer Datensätze, wie zum Beispiel des europäischen LUCAS-Rasters, Satelliten- oder Luftbilder, etc., so dass die Rückrechnung bis 1990 auf zusätzliche Datenquellen zurückgreifen kann.	Erstellung einer konsistenten Landnutzungsmatrix (siehe auch Action Plan) auf Basis eines einheitlichen Stichprobennetzes.	2011		Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6; ActPI	2011
5.B; 5.C; 5.D	Cropland, Grassland, Wetland	Dieses Punktraster wird die räumliche und zeitliche Konsistenz in der Ackerlandberichterstattung gewährleisten sowie die Abbildung der Landnutzungsänderungen zwischen 1990 und 2000 ermöglichen.	Rekonstruktion einer widerspruchsfreien Landnutzungsmatrix für 1990 (siehe auch Action Plan Kapitel 1.).	2011		Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6; ActPI	2011
5.B; 5.C; 5.D	Cropland, Grassland, Wetland	Veränderung des Systems zur Berichterstattung für Emissionen aus Mineralböden: • Ableitung von typischen, nutzungsabhängigen Kohlenstoffvorräten in Mineralböden, nach Bodentyp und Fläche gewichtet für ganz Deutschland • Entwicklung eines neuen Systems zur Beschreibung der Veränderungen von Kohlenstoffvorräten in Abhängigkeit von der Landnutzung	Verbesserung des Verfahrens zur Schätzung der C-Vorratsänderung in mineralischen Böden für jede Landnutzungskategorie durch Umstellung der Methodik auf einen symmetrischen Ansatz (siehe auch Action Plan Kapitel 1.).	2011		Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6; ActPI	2011
5.B; 5.C; 5.D	Cropland, Grassland, Wetland	Veränderung des Systems zur Ermittlung der Kohlenstoffvorratsänderung in der Biomasse: • weniger Emissionsfaktoren durch Berechnung flächengewichteter Mittelwerte für ganz Deutschland. • Eingang von mehr Pflanzenarten als bisher in die Berechnung der flächengewichteten Mittelwerte	Reduktion der bisher verwendeten EF durch Berechnung flächengewichteter Mittelwerte für ganz Deutschland und Einbeziehung von mehr Pflanzenarten.	2011		Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6	2011
5.B; 5.C; 5.D	Cropland, Grassland, Wetland	Veränderung des Systems zur Ermittlung der Kohlenstoffvorratsänderung in der Biomasse: • Berechnung der Kohlenstoffvorräte getrennt nach ober- und unterirdischer	Berechnung der Kohlenstoffvorräte getrennt nach ober- und unterirdischer Biomasse und Ermittlung neuer landesspezifischer Defaultfaktoren für die	2011		Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6	2011

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	Kommentar	Quelle	Berichter stattungs- jahr
		Biomasse • Neue landesspezifische Defaultfaktoren für die Kohlenstoffvorräte von Gehölzbeständen außerhalb von Wäldern	Kohlenstoffvorräte von Gehölzbeständen außerhalb von Wäldern (siehe auch Action Plan).				
5.B; 5.C; 5.D	Cropland, Grassland, Wetland	Eine vollständige, GPG-gerechte Berechnung der Unsicherheiten	Anforderungskonforme Berechnung der Unsicherheiten für alle Landnutzungskategorien.	2011		Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6	2011
5.E	Siedlungen	Die geplanten, quellspezifischen Verbesserungen sehen für diesen Sektor die Ermittlung von landesspezifischen Emissionsfaktoren für Stadt-, Siedlungs- und Verkehrswegegrün vor. Zu diesem Zwecke wurde eine Vorstudie in Auftrag gegeben. In diesem Pilotprojekt sollen Kohlenstoffvorräte und deren Veränderung in Stadtbäumen ermittelt werden. (vgl. Kapitel 19.5.2.6).	Es sind landesspezifische Emissionsfaktoren für Stadt-, Siedlungs- und Verkehrswegegrün zu ermitteln (siehe Einzelziel). Auf Basis der Ergebnisse der Pilotstudie und der folgenden Projekte ist das Inventar entsprechend zu überarbeiten.	2011	Geplante Verbesserung wurde mit NIR 2012 in zwei Teile aufgeteilt.	Kap. 7.6.8	2011
5.E	Siedlungen	Es laufen zwei Pilotprojekte zur Methodenentwicklung. Ziel ist die Erfassung von holziger Biomasse in Siedlungen. Die Pilotprojekte untersuchen zwei deutsche Städte.	Es sind landesspezifische Emissionsfaktoren für Stadt-, Siedlungs- und Verkehrswegegrün sowie explizit Hecken zu ermitteln (siehe Einzelziel). Auf Basis der Ergebnisse der Pilotstudien und der folgenden Projekte ist das Inventar entsprechend zu überarbeiten.	2012		Kap. 7.6.8	2012
6.A.1	Kontrollierte Abfalldeponierung	In einem Sachverständigengutachten (WASTECONSULT INTERNATIONAL, 2009) wurden die geringen Restgasemissionen aus der Ablagerung mechanisch-biologischer Abfälle quantifiziert. Das Gutachten bestätigt, dass Emissionsbeiträge der MBA Abfälle gegenüber den gesamten Deponiegasemissionen sehr gering sind. Das Gutachten zeigt auch auf, dass der zeitliche Emissionsverlauf der abgelagerten MBA Abfälle sich nur unzureichend mit dem FOD-Modell beschreiben lässt. Die Kinetik der Deponiegasbildung aus MBA-Abfällen soll in einem weiteren Gutachten untersucht und in einem verbesserten Modellansatz beschrieben werden.	Die Ergebnisse aus dem Vorhaben (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2011		Kap. 8.2.1.6	2011
6.A.1	Kontrollierte Abfalldeponierung	Das Statistische Bundesamt beabsichtigt zukünftig Daten zur Deponiegasfassung und -verwertung auch bei Deponien in der Nachsorgephase zu erheben. Voraussichtlich werden in 2012 in der Umweltstatistik erstmals auf allen Deponien einheitlich erhobene Daten zur Deponiegasfassung vorliegen.	Sollten in 2012 in der Umweltstatistik auf allen Deponien einheitlich erhobene Daten zur Deponiegasfassung vorliegen (siehe Einzelziel) ist das Inventar auf Basis der neuen Daten entsprechend zu überarbeiten.	2011		Kap. 8.2.1.6	2011
6.A.1	Kontrollierte Abfalldeponierung	In einem Sachverständigengutachten (WASTECONSULT INTERNATIONAL, 2009) wurden die geringen Restgasemissionen aus der Ablagerung mechanisch-biologischer Abfälle quantifiziert. Das Gutachten bestätigt, dass Emissionsbeiträge der MBA Abfälle gegenüber den gesamten Deponiegasemissionen sehr gering sind. Das Gutachten zeigt auch auf, dass der zeitliche Emissionsverlauf der abgelagerten MBA Abfälle sich nur unzureichend mit dem FOD-Modell beschreiben lässt. Die Kinetik der Deponiegasbildung aus MBA-Abfällen soll in einem weiteren Gutachten untersucht und in einem verbesserten Modellansatz beschrieben werden. Mit den Ergebnissen des Gutachtens sollen die zu erwartenden Methan-Emissionen aus MBA Abfällen exakter beschrieben und quantifiziert werden, so dass die bisher mittels Expertenschätzung aus dem o.g. Gutachten (WASTECONSULT INTERNATIONAL, 2009) abgeleiteten Emissionswerte durch diese verbesserten Daten ersetzt werden können. Die	Das Inventar ist auf Basis der Ergebnisse des Gutachtens zu verbessern. Die Ergebnisse des Gutachtens sind zu dokumentieren.	2012		Kap. 8.2.1.6	2012

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	Kommentar	Quelle	Berichter stattungs jahr
		Vergabe des Gutachtens erfolgte im Oktober 2011 im Rahmen einer öffentlichen Ausschreibung.					
6.A.1	Kontrollierte Abfalldeponierung	Das Statistische Bundesamt beabsichtigt zukünftig Daten zur Deponiegasfassung und Verwertung zusätzlich auch bei Deponien in der Nachsorgephase zu erheben. Voraussichtlich werden damit in 2012 in der Umweltstatistik erstmals auf allen Deponien einheitlich erhobene Daten zur Deponiegasfassung vorliegen.	Die mit der Umweltstatistik 2012 vervollständigten Daten zur Deponiegasbildung sind in das Inventar einzuarbeiten.	2012		Kap. 8.2.1.6	2012
6.D.1	Andere: Kompostierung	Derzeit wird im Auftrag des Umweltbundesamtes ein Forschungsvorhaben durchgeführt, dessen Ziel es ist, die Datengrundlage für die Emissionsfaktoren für CH ₄ und N ₂ O zu verbessern. Im Rahmen des Vorhabens werden sowohl Literaturdaten recherchiert als auch Messungen an Kompost- und Vergärungsanlagen durchgeführt. Ziel des Vorhabens ist es, Emissionsfaktoren zu liefern, die auf gemessenen Emissionen aus realen Anlagen basieren. Nach Abschluss des Vorhabens ist mit neuen Emissionsfaktoren für beide Gase zu rechnen.	Die Ergebnisse aus dem Vorhaben (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2011		Kap. 8.5.1.6	2011
6.D.1	Andere: Kompostierung	Derzeit wird im Auftrag des Umweltbundesamtes ein Forschungsvorhaben durchgeführt, dessen Ziel es ist, die Datengrundlage für die Emissionsfaktoren für CH ₄ und N ₂ O zu verbessern. Im Rahmen des Vorhabens werden sowohl Literaturdaten recherchiert als auch Messungen an Kompost- und Vergärungsanlagen durchgeführt. Ziel des Vorhabens ist es, Emissionsfaktoren zu liefern, die auf gemessenen Emissionen aus realen Anlagen basieren. Nach Abschluss des Vorhabens ist mit neuen Emissionsfaktoren für beide Gase zu rechnen, die in das Inventar eingearbeitet werden sollen.	Die Ergebnisse aus dem Vorhaben (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2012		Kap. 8.5.1.6	2012
6.D.2	Andere: MBA	Das Umweltbundesamt wird auf das Statistische Bundesamt einwirken, bei der Datenerhebung auch bislang unberücksichtigte MBA-Varianten mit zu erfassen.	StBa ist zu veranlassen bislang unberücksichtigte MBA-Varianten mit zu erfassen. Das Inventar ist entsprechend zu überarbeiten.	2011		Kap. 8.5.2.6	2011
6.D.2	Andere: MBA	Das Umweltbundesamt wird auf das Statistische Bundesamt einwirken, bei der Datenerhebung auch bislang unberücksichtigte MBA-Varianten mit zu erfassen. Hierzu ist ein gemeinsames Gespräch mit dem MBA Betreibern und dem Statistischen Bundesamt geplant.	StBa ist zu veranlassen bislang unberücksichtigte MBA-Varianten mit zu erfassen. Das Inventar ist entsprechend zu überarbeiten.	2012		Kap. 8.5.2.6	2012
1.	Energie	Die CO ₂ -Verifikation muss zukünftig durch den verstärkten Datenabgleich mit den in der Emissionshandelsstelle (DEHS) im Rahmen des ETS-Monitorings gewonnenen Informationen weiter verbessert werden. Hier werden Bezugsdaten der detaillierten Emissionsberechnung (im wesentlichen Aktivitätsraten) mit aggregierten Daten des Emissionshandels intensiver verglichen. Erste Ergebnisse sind in den quellgruppenbezogenen Kapiteln enthalten.	Die Verifizierbarkeit der CO ₂ -Emissionen ist zukünftig durch den verstärkten Datenabgleich mit den in der Emissionshandelsstelle (DEHS) im Rahmen des ETS-Monitorings gewonnenen Informationen weiter zu verbessern. Hierfür ist der Vergleich von Bezugsdaten der detaillierten Emissionsberechnung (im wesentlichen Aktivitätsraten) mit aggregierten Daten des Emissionshandels zu intensivieren.	2012		Kap. 3.2.1.2.3	2012
1.A	Verbrennung fossiler Brennstoffe	Die CO ₂ -Verifikation soll zukünftig insbesondere durch verstärkten Datenabgleich mit den in der Emissionshandelsstelle (DEHS) im Rahmen des ETS-Monitorings gewonnenen Informationen verbessert werden. Hier sollen Bezugsdaten der Emissionsberechnung (im wesentlichen Aktivitätsraten) mit aggregierten Daten	Intensivierung des Abgleichs von Daten der Emissionsberechnung mit den in der Emissionshandelsstelle (DEHS) ermittelten aggregierten Daten des Emissionshandels.	2011		Kap. 3.2.1.2.3	2011

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	Kommentar	Quelle	Berichter stattungs jahr
		des Emissionshandels intensiver verglichen werden.					
1.A.1.a	Öffentliche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung	Die Berechnung der Aktivitätsdaten zur Abfallverbrennung soll weiter methodisch verbessert werden.	Die Berechnung der Aktivitätsdaten zur Abfallverbrennung ist methodisch weiter zu verbessern.	2011		Kap. 3.2.6.6	2011
1.A.3.a	Ziviler Luftverkehr	Das Umweltbundesamt bemüht sich weiterhin um eine Einigung mit Eurocontrol zur Nutzbarmachung originärer Eurocontrol-Daten.	Herbeiführung einer Einigung mit Eurocontrol zur Nutzbarmachung originärer Eurocontrol-Daten.	2011	Wird inzwischen Federführend von der EU betrieben! Somit keine Aufgabe mehr von UBA	Kap. 3.2.10.1.6	2011
1.A.3.a	Ziviler Luftverkehr	Sobald von Eurocontrol Daten aus dem AEM 3-Modell geliefert werden, können diese zur Berichterstattung verwendet werden. Damit würde die Berechnung des Anteils des nationalen Flugverkehrs, die Aufteilung des Kerosinverbrauchs in die beiden Flugphasen, sowie die NOx-, HC- und CO-Emissionen auf Berechnungen nach Tier 3b basieren.	Sobald es eine Einigung der EU mit Eurocontrol zur Nutzbarmachung originärer Eurocontrol-Daten gibt, sind die entsprechenden Daten (AEM 3 data) in das Inventar einzuarbeiten.	2011	Wird erst zum Handlungsbedarf wenn Einigung zwischen EU und Eurocontrol erzielt wurde.	Kap. 3.2.10.1.6	2011
1.A.3.c	Schienerverkehr	In einem Vorhaben werden die seit 1990 eingesetzten Mengen von Kohle und Koks sowie aller weiteren neben Diesel und Biodiesel verwendeten Brennstoffe ermittelt.	Nach Projektabschluss sind ggf. alle Brennstoffe zu aktualisieren.	2012		Kap. 3.2.10.3.6	2012
1.A.3.d	Schiffsverkehr (See-, Binnenschifffahrt)	In einem Vorhaben werden die im TREMOD-Modul Binnenschifffahrt verwendeten Basisdaten grundlegend überarbeitet.	Nach Projektabschluss sind die für die Binnenschifffahrt verwendeten Basisdaten zu aktualisieren.	2012		Kap. 3.2.10.4.6	2012

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	Kommentar	Quelle	Berichterstattungs jahr
1.A.3.e	Übriger Verkehr	Emissionen aus dem Bauwirtschaftlichen Verkehr werden zukünftig unter 1A.2.f ii berichtet. Darüber hinaus sind derzeit keine Verbesserungen geplant.	Die Emissionsberechnungen für den bauwirtschaftlichen Verkehr sind unter 1A.2.f ii zu berichten.	2011	Die aus Kompatibilitätsgründen zur UNECE NFR Struktur geplante Re-Allokation der hier berichteten Emissionen nach 1.A.2.f.ii wurde gestoppt, da die finalen Reporting Guidelines 2006 diese Struktur im Gegensatz zur ursprünglichen Draft-Version der Guidelines nicht mehr vorsehen.	Kap. 3.2.10.5.6	2011
1.B.1.c	Feste Brennstoffe	Über die Höhe der diffusen Methanemissionen aus stillgelegten Bergwerksteilen liegen wissenschaftliche Schätzungen vor. Fachleute gehen bisher von 300 Mio. m³ aus, von denen rund 5 Mio. m³ in die Atmosphäre gelangen. Da diese Zahl mit großen Unsicherheiten behaftet ist, sollen im Forschungsprojekt zum "Potential zur Freisetzung und Verwertung von Grubengas" weitere Verbesserungen erarbeitet werden. Die diffusen Austritte an der Erdoberfläche liegen bei max. 0,02 ‰ der Gesamtausgasung.	Ergebnisse aus dem Vorhaben (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2011		Kap. 3.3.1.3.6	2011
1.B.1.c	Feste Brennstoffe	Über die Höhe der diffusen Methanemissionen aus stillgelegten Bergwerksteilen liegen wissenschaftliche Schätzungen vor. Fachleute gehen bisher von rund 260 Mio. m³ aus, von denen rund 0,5 bis 1 Mio. m³ in die Atmosphäre gelangen. Die diffusen Austritte an der Erdoberfläche liegen bei max. 0,02 ‰ der Gesamtausgasung. Die ermittelten Emissionen wurden mittels Forschungsvorhaben bis zum Jahr 2009 verifiziert. Es ist geplant auch für die Folgejahre eine Verifikation der Schätzungen durchzuführen.	Für die Jahre ab 2010 ist eine Verifikation der Schätzungen über die Höhe der diffusen Methanemissionen aus stillgelegten Bergwerksteilen durchzuführen.	2012		Kap. 3.3.1.3.6	2012
1.B.2	Öl und Gas	Im Forschungsprojekt von Müller-BBM (2009a) liegt als Ergebnis auch eine Analyse der noch zu verbessernden Quellkategorien 1.B.2.a.iii-vi vor. Die Ermittlung der noch fehlenden Emissionsfaktoren und Aktivitätsraten wird Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.	Ermittlung fehlender Emissionsfaktoren und Aktivitätsraten (siehe Einzelziel).	2011		Kap. 3.3.2.2	2011
1.B.2	Öl und Gas	Im Forschungsprojekt von Müller-BBM (2009a) liegt als Ergebnis auch eine Analyse der noch zu verbessernden Quellkategorien 1.B.2.a.i-vi vor. Die	Ermittlung fehlender Emissionsfaktoren und Aktivitätsraten (siehe Einzelziel).	2012		Kap. 3.3.2.2	2012

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	Kommentar	Quelle	Berichter stattungs jahr
		Ermittlung der noch fehlenden Emissionsfaktoren und Aktivitätsraten wird Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.					
1.B.2	Öl und Gas	Die Verifikation von Emissionsfaktoren aus der Lagerung von Erdgas ist weiterer Gegenstand von Forschungsprojekten.	Emissionsfaktoren aus der Lagerung von Erdgas sind zu verifizieren.	2012		Kap. 3.3.2.2	2012
1.B.2	Öl und Gas	Geplant ist zudem, die Emissionsfaktoren aus der Gasverteilung zu verifizieren.	Emissionsfaktoren aus der Gasverteilung sind zu verifizieren.	2012		Kap. 3.3.2.2	2012
2.A.2	Herstellung von Kalk	Die im Rahmen eines Forschungs-Projektes auf Basis von Emissionserklärungen der deutschen Kalkwerke (einschließlich Dolomit) ermittelten Emissionsfaktoren sind nur bedingt zur Verifizierung der Angaben im ZSE geeignet. Der Projektabschluss hat sich verzögert.	Ergebnisse aus dem Vorhaben (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2011		Kap. 4.2.2.6	2011
2.A.7.(a)	Mineralische Produkte: Sonstige - Herstellung von Glas	Derzeit sind Überprüfungen einzelner Angaben zum Scherbeneinsatz geplant, die ggf. zu Verbesserungen und geringen Anpassungen in der Emissionshöhe führen.	Angaben zum Scherbeneinsatz sind zu überprüfen, wobei Datenquellen zu recherchieren sind, ggf. über Koordinierungsausschuss. (siehe auch "Handlungsbedarf Ergänzung")	2011		Kap. 4.2.7.6	2011
2.A.7.(a)	Mineralische Produkte: Sonstige - Herstellung von Glas	Derzeit sind Überprüfungen einzelner Angaben zum Scherbeneinsatz geplant, die ggf. zu Verbesserungen und geringen Anpassungen in der Emissionshöhe führen.	Angaben zum Scherbeneinsatz sind zu überprüfen, wobei Datenquellen zu recherchieren sind, ggf. über Koordinierungsausschuss. (siehe auch "Handlungsbedarf Ergänzung")	2012		Kap. 4.2.7.6	2012
2.C.1	Herstellung von Eisen und Stahl	Mittels Expertengesprächen soll die Plausibilität der für die Kohlenstoffbilanz der Primärstahlerzeugung benötigten konsistenten statistischen Angaben, Heizwerte und Emissionsfaktoren überprüft werden.	Durchführung von Expertengesprächen zur Prüfung der Plausibilität der für die Kohlenstoffbilanz der Primärstahlerzeugung benötigten statistischen Angaben, Heizwerte und Emissionsfaktoren.	2011		Kap. 4.4.1.6	2011
2.C.1	Herstellung von Eisen und Stahl	Mittels Expertengesprächen soll die Plausibilität der für die Kohlenstoffbilanz der Primärstahlerzeugung benötigten konsistenten statistischen Angaben, Heizwerte und Emissionsfaktoren überprüft werden.	Durchführung von Expertengesprächen zur Prüfung der Plausibilität der für die Kohlenstoffbilanz der Primärstahlerzeugung benötigten statistischen Angaben, Heizwerte und Emissionsfaktoren.	2012		Kap. 4.4.1.6	2012
2.C.3	Primäraluminiumherstellung	Die Ermittlung von Unsicherheiten wird unter Einbeziehung des Industrieverbandes weitergeführt. Die korrekten PFC-Emissionen für 2009 werden nachgereicht.	Ermittlung von Unsicherheiten und Einarbeitung der "korrekten" PFC-Emissionen für 2009.	2011		Kap. 4.4.3.6	2011
2.C.4	Verwendung von SF6 in Aluminium- und Magnesiumgießereien	Seit längerem laufen Diskussionen mit den Anwendern, inwieweit die Annahme eines Emissionsfaktors von 1 in der Aluminiumindustrie der Realität entspricht. Bis zur nächsten Berichterstattungsrunde erwarten wir konkrete Ergebnisse, die wahrscheinlich zu einer Korrektur des Emissionsfaktors führen werden.	Korrektur des Emissionsfaktors auf Basis der Gespräche mit den "Anwendern(?)".	2011		Kap. 4.4.4.6	2011
2.D.1	Zellstoff und Papier	Die CO2-Emissionen aus der Kautschifizierung in der Sulfatzellstoffproduktion sind biogenen Ursprungs und müssen demnach bisher nicht berichtet werden. Zukünftig ist es denkbar zur Erhöhung der Transparenz auch CO2 biogenen Ursprungs zu berichten.	Prüfen, ob zukünftig CO2 biogenen Ursprungs berichtet werden sollte (siehe Einzelziel).	2012		Kap. 4.5.1.6	2012
2.F.1	Kälte- und Klimaanlage	Die Aktualität der verwendeten Kältemittelmodelle soll überprüft werden.	Die Aktualität der verwendeten Kältemittelmodelle ist zu überprüfen.	2012		Kap. 4.7.1.5	2012
4.A	Fermentation	Auf Anregung des ERT des In-Country-Reviews im September 2010 wird daran	Ableitung eines nationalen Methan-Umwandlungsfaktors	2012		Kap. 6.2.6	2012

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	Kommentar	Quelle	Berichter stattungs jahr
		gearbeitet, einen nationalen Methan-Umwandlungsfaktor für Milchkühe abzuleiten.	für Milchkühe.				
4.B	Düngerwirtschaft	Im Jahr 2010 erfolgt in Deutschland eine umfassende Erhebung landwirtschaftlicher Daten („Landwirtschaftliche Zählung 2010“, LZ2010) durch das Statistische Bundesamt. Die Auswertung der LZ2010 bzgl. inventarrelevanter Daten wird in Abstimmung mit dem Statistischen Bundesamt ab Ende 2010 vorgenommen.	Die Ergebnisse der LZ 2010 sind in das Inventar einzuarbeiten.	2011		Kap. 6.3.2.6	2011
4.B	Düngerwirtschaft	Auf Anregung des ERT des In-Country-Review im September 2010 wird derzeit daran gearbeitet, für die in Deutschland üblichen Lagerverfahren Methan-Umwandlungsfaktoren MCF zu ermitteln, die die nationalen Gegebenheiten adäquat repräsentieren und konsistent mit Messdaten sind. Da Methan-Umwandlungsfaktor MCF und maximale Methan-bildungs-kapazität Bo ein aufeinander abge-stimm-tes Wertepaar sein müssen, wird auch an der Ableitung nationaler Werte für Bo gearbeitet. Die Ergebnisse werden in der neu geschaffenen KTBL-Arbeitsgemeinschaft Klimaschutz (Arbeitsgruppe Wirtschaftsdünger-Management) abgestimmt.	Ableitung eines nationalen Methan-Umwandlungsfaktors für Lagerverfahren in Deutschland.	2012		Kap. 6.3.2.6	2012
4.B	Düngerwirtschaft	Der Umstand, dass ein Teil der Gülle in Biogas-Anlagen verarbeitet wird, wird mangels repräsentativer Aktivitätsdaten im Inventar derzeit nicht berücksichtigt. Am KTBL läuft dazu ein Projekt, mit dessen Hilfe für die zukünftige Berichterstattung die erforderlichen Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren gesammelt werden. Überdies existieren zum gleichen Thema in Deutschland eine Reihe von Forschungsprojekten.	Die Ergebnisse des KTBL-Projekts zu Gülle in Biogas-Anlagen (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2012		Kap. 6.3.2.6	2012
4.B	Düngerwirtschaft	Die von Deutschland derzeit verwendeten nationalen N2O-Emissionsfaktoren sollen in der neu geschaffenen KTBL-Arbeitsgemeinschaft Klimaschutz (Arbeitsgruppe Wirtschaftsdünger-management) überprüft werden.	Die nationalen N2O-Emissionsfaktoren sind zu überprüfen (siehe Einzelziel). In Abhängigkeit vom Ergebnis ist das Inventar ggf. zu überarbeiten.	2012		Kap. 6.3.4.6	2012
4.D	Landwirtschaftliche Böden	Im Jahr 2010 erfolgt in Deutschland eine umfassende Erhebung landwirtschaftlicher Daten („Landwirtschaftliche Zählung 2010“, LZ2010) durch das Statistische Bundesamt. Die Auswertung der LZ2010 bzgl. inventarrelevanter Daten wird in Abstimmung mit dem Statistischen Bundesamt ab Ende 2010 vorgenommen.	Die Ergebnisse der LZ 2010 sind in das Inventar einzuarbeiten.	2011		Kap. 6.5.6	2011
4.D	Landwirtschaftliche Böden	Im März 2011 findet durch das Statistische Bundesamt eine Sondererhebung von Daten zur Wirtschaftsdünger-Ausbringung statt, deren Ergebnisse Einfluss auf die für die indirekten N2O-Emissionen relevanten NH3-und NO-Emissionen haben werden.	Die Sondererhebung "Daten zur Wirtschaftsdünger-Ausbringung" des StaBa ist in das Inventar einzuarbeiten.	2011		Kap. 6.5.6	2011
4; 5	Landwirtschaft, LULUCF	Verbesserung des QA/QC-Konzeptes (siehe Antwort an das ERT: Action plan for resolving issues identified by the ERT regarding KP LULUCF)	Fertigstellung des QA/QC-Konzeptes.	2011		Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6	2011
5.A	Forest Land	Landnutzungsänderungen In den neuen Bundesländern wurden die Flächen und Flächenveränderungen mit den Daten des Projektes GSE FM-INT ermittelt. Die Ausweisung der Waldflächen erfolgte ab einer Mindestfläche von 0,5 ha. Aufgrund dieser Festlegung ergibt sich eine Abweichung zu den nach der BWI-Walddefinition ermittelten Waldflächen. Ein Projekt soll überprüfen, ob mit Hilfe von weiteren Datenquellen eine genauere	Initiierung eines Projekts zur Überprüfung, ob mit Hilfe von weiteren Datenquellen eine genauere Flächenbestimmung für die neuen Bundesländer für den Zeitraum von 1990 bis 2005 möglich ist.	2011	Nicht mehr notwendig. Grund siehe NIR Kap. 7.1.3.2.1	Kap. 7.2.8.1	2011

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	Kommentar	Quelle	Berichter stattungs jahr
		Flächenbestimmung für die neuen Bundesländer für den Zeitraum von 1990 bis 2005 möglich ist (siehe auch Kapitel 19.5.1.1.3).					
5.A	Forest Land	Streu und mineralische Böden Für zukünftige Auswertungen sollen bisher noch fehlende Datensätze aus den Bundesländern einbezogen werden. Bisher konnten nur für etwa die Hälfte der BZE II-Punkte Kohlenstoffvorräte berechnet werden. Mit Einbeziehung noch fehlender Daten ist es möglich, die Auswertung auf eine statistisch besser abgesicherte Basis zu stellen. Der gewählte Ansatz über die Leitbodeneinheiten bietet noch Potential für eine weiterführende Auswertung, da noch keine Kovariablen (Textur, Niederschlag, Temperatur, Inklination, Exposition) in die Analyse eingeflossen sind.	Für die Berechnung der Kohlenstoffvorräte sind bisher fehlende Datensätze aus den Bundesländern heranzuziehen. Der gewählte Ansatz ist (siehe Einzelziel) weiter zu verbessern.	2011		Kap. 7.2.8.2	2011
5.A	Forest Land	Für zukünftige Auswertungen sollen bisher noch fehlende Datensätze aus den Bundesländern einbezogen werden. Bisher konnten nur für etwa 75 % der BZE II-Punkte Kohlenstoffvorräte berechnet werden. Unter Einbeziehung bisher fehlender Daten ist es möglich, die Auswertung auf eine statistisch besser abgesicherte Basis zu stellen. Der gewählte Ansatz über die Leitbodeneinheiten bietet noch Potential für eine weiterführende Auswertung, da noch keine Kovariablen (Textur, Niederschlag, Temperatur, Inklination, Exposition) in die Analyse eingeflossen sind. Weiterhin wird die Kartengrundlage BÜK gegenwärtig überarbeitet und demnächst mit einer höheren Genauigkeit (Maßstab 1:200.000) veröffentlicht.	Für die Berechnung der Kohlenstoffvorräte sind bisher fehlende Datensätze aus den Bundesländern heranzuziehen. Der gewählte Ansatz ist (siehe Einzelziel) weiter zu verbessern.	2012		Kap. 7.2.8.2	2012
5.A; 5.B; 5.C; 5.D	Forest Land, Cropland, Grassland, Wetland	Die Landerkennung für alle Kategorien wird auf einen Ansatz mit Punktraster umgestellt werden, der konsistent ist zur Berichterstattung der Waldkategorien und zur KP-LULUCF – Berichterstattung. Außerdem erlaubt diese Methode die einfache Zuhilfenahme anderer Datensätze, wie zum Beispiel des europäischen LUCAS-Rasters, Satelliten- oder Luftbilder, etc., so dass die Rückrechnung bis 1990 auf zusätzliche Datenquellen zurückgreifen kann.	Erstellung einer konsistenten Landnutzungsmatrix (siehe auch Action Plan) auf Basis eines einheitlichen Stichprobennetzes.	2011		Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6; ActPI	2011
5.B; 5.C; 5.D	Cropland, Grassland, Wetland	Dieses Punktraster wird die räumliche und zeitliche Konsistenz in der Ackerlandberichterstattung gewährleisten sowie die Abbildung der Landnutzungsänderungen zwischen 1990 und 2000 ermöglichen.	Rekonstruktion einer widerspruchsfreien Landnutzungsmatrix für 1990 (siehe auch Action Plan Kapitel 1.).	2011		Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6; ActPI	2011
5.B; 5.C; 5.D	Cropland, Grassland, Wetland	Veränderung des Systems zur Berichterstattung für Emissionen aus Mineralböden: • Ableitung von typischen, nutzungsabhängigen Kohlenstoffvorräten in Mineralböden, nach Bodentyp und Fläche gewichtet für ganz Deutschland • Entwicklung eines neuen Systems zur Beschreibung der Veränderungen von Kohlenstoffvorräten in Abhängigkeit von der Landnutzung	Verbesserung des Verfahren zur Schätzung der C-Vorratsänderung in mineralischen Böden für jede Landnutzungskategorie durch Umstellung der Methodik auf einen symmetrischen Ansatz (siehe auch Action Plan Kapitel 1.).	2011		Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6; ActPI	2011
5.B; 5.C; 5.D	Cropland, Grassland, Wetland	Veränderung des Systems zur Ermittlung der Kohlenstoffvorratsänderung in der Biomasse: • weniger Emissionsfaktoren durch Berechnung flächengewichteter Mittelwerte für ganz Deutschland. • Eingang von mehr Pflanzenarten als bisher in die Berechnung der	Reduktion der bisher verwendeten EF durch Berechnung flächengewichteter Mittelwerte für ganz Deutschland und Einbeziehung von mehr Pflanzenarten.	2011		Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6	2011

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	Kommentar	Quelle	Berichter stattungs jahr
flächengewichteten Mittelwerte							
5.B; 5.C; 5.D	Cropland, Grassland, Wetland	Veränderung des Systems zur Ermittlung der Kohlenstoffvorratsänderung in der Biomasse: • Berechnung der Kohlenstoffvorräte getrennt nach ober- und unterirdischer Biomasse • Neue landesspezifische Defaultfaktoren für die Kohlenstoffvorräte von Gehölzbeständen außerhalb von Wäldern	Berechnung der Kohlenstoffvorräte getrennt nach ober- und unterirdischer Biomasse und Ermittlung neuer landesspezifischer Defaultfaktoren für die Kohlenstoffvorräte von Gehölzbeständen außerhalb von Wäldern (siehe auch Action Plan).	2011		Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6	2011
5.B; 5.C; 5.D	Cropland, Grassland, Wetland	Eine vollständige, GPG-gerechte Berechnung der Unsicherheiten	Anforderungskonforme Berechnung der Unsicherheiten für alle Landnutzungskategorien.	2011		Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6	2011
5.E	Siedlungen	Die geplanten, quellspezifischen Verbesserungen sehen für diesen Sektor die Ermittlung von landesspezifischen Emissionsfaktoren für Stadt-, Siedlungs- und Verkehrswegegrün vor. Zu diesem Zwecke wurde eine Vorstudie in Auftrag gegeben. In diesem Pilotprojekt sollen Kohlenstoffvorräte und deren Veränderung in Stadtbäumen ermittelt werden. (vgl. Kapitel 19.5.2.6).	Es sind landesspezifische Emissionsfaktoren für Stadt-, Siedlungs- und Verkehrswegegrün zu ermitteln (siehe Einzelziel). Auf Basis der Ergebnisse der Pilotstudie und der folgenden Projekte ist das Inventar entsprechend zu überarbeiten.	2011	Geplante Verbesserung wurde mit NIR 2012 in zwei Teile aufgeteilt.	Kap. 7.6.8	2011
5.E	Siedlungen	Es laufen zwei Pilotprojekte zur Methodenentwicklung. Ziel ist die Erfassung von holziger Biomasse in Siedlungen. Die Pilotprojekte untersuchen zwei deutsche Städte.	Es sind landesspezifische Emissionsfaktoren für Stadt-, Siedlungs- und Verkehrswegegrün sowie explizit Hecken zu ermitteln (siehe Einzelziel). Auf Basis der Ergebnisse der Pilotstudien und der folgenden Projekte ist das Inventar entsprechend zu überarbeiten.	2012		Kap. 7.6.8	2012
6.A.1	Kontrollierte Abfalldeponierung	In einem Sachverständigengutachten (WASTECONSULT INTERNATIONAL, 2009) wurden die geringen Restgasemissionen aus der Ablagerung mechanisch-biologischer Abfälle quantifiziert. Das Gutachten bestätigt, dass Emissionsbeiträge der MBA Abfälle gegenüber den gesamten Deponiegasemissionen sehr gering sind. Das Gutachten zeigt auch auf, dass der zeitliche Emissionsverlauf der abgelagerten MBA Abfälle sich nur unzureichend mit dem FOD-Modell beschreiben lässt. Die Kinetik der Deponiegasbildung aus MBA-Abfällen soll in einem weiteren Gutachten untersucht und in einem verbesserten Modellansatz beschrieben werden.	Die Ergebnisse aus dem Vorhaben (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2011		Kap. 8.2.1.6	2011
6.A.1	Kontrollierte Abfalldeponierung	Das Statistische Bundesamt beabsichtigt zukünftig Daten zur Deponiegasfassung und -verwertung auch bei Deponien in der Nachsorgephase zu erheben. Voraussichtlich werden in 2012 in der Umweltstatistik erstmals auf allen Deponien einheitlich erhobene Daten zur Deponiegasfassung vorliegen.	Sollten in 2012 in der Umweltstatistik auf allen Deponien einheitlich erhobene Daten zur Deponiegasfassung vorliegen (siehe Einzelziel) ist das Inventar auf Basis der neuen Daten entsprechend zu überarbeiten.	2011		Kap. 8.2.1.6	2011
6.A.1	Kontrollierte Abfalldeponierung	In einem Sachverständigengutachten (WASTECONSULT INTERNATIONAL, 2009) wurden die geringen Restgasemissionen aus der Ablagerung mechanisch-biologischer Abfälle quantifiziert. Das Gutachten bestätigt, dass Emissionsbeiträge der MBA Abfälle gegenüber den gesamten Deponiegasemissionen sehr gering sind. Das Gutachten zeigt auch auf, dass der zeitliche Emissionsverlauf der abgelagerten MBA Abfälle sich nur unzureichend mit dem FOD-Modell beschreiben lässt. Die Kinetik der Deponiegasbildung aus MBA-Abfällen soll in einem weiteren Gutachten untersucht und in einem verbesserten Modellansatz beschrieben werden. Mit den Ergebnissen des Gutachtens sollen die zu	Das Inventar ist auf Basis der Ergebnisse des Gutachtens zu verbessern. Die Ergebnisse des Gutachtens sind zu dokumentieren.	2012		Kap. 8.2.1.6	2012

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	Kommentar	Quelle	Berichter stattungs jahr
		erwartenden Methan-Emissionen aus MBA Abfällen exakter beschrieben und quantifiziert werden, so dass die bisher mittels Expertenschätzung aus dem o.g. Gutachten (WASTECONSULT INTERNATIONAL, 2009) abgeleiteten Emissionswerte durch diese verbesserten Daten ersetzt werden können. Die Vergabe des Gutachtens erfolgte im Oktober 2011 im Rahmen einer öffentlichen Ausschreibung.					
6.A.1	Kontrollierte Abfalldeponierung	Das Statistische Bundesamt beabsichtigt zukünftig Daten zur Deponiegasfassung und Verwertung zusätzlich auch bei Deponien in der Nachsorgephase zu erheben. Voraussichtlich werden damit in 2012 in der Umweltstatistik erstmals auf allen Deponien einheitlich erhobene Daten zur Deponiegasfassung vorliegen.	Die mit der Umweltstatistik 2012 vervollständigten Daten zur Deponiegasbildung sind in das Inventar einzuarbeiten.	2012		Kap. 8.2.1.6	2012
6.D.1	Andere: Kompostierung	Derzeit wird im Auftrag des Umweltbundesamtes ein Forschungsvorhaben durchgeführt, dessen Ziel es ist, die Datengrundlage für die Emissionsfaktoren für CH ₄ und N ₂ O zu verbessern. Im Rahmen des Vorhabens werden sowohl Literaturdaten recherchiert als auch Messungen an Kompost- und Vergärungsanlagen durchgeführt. Ziel des Vorhabens ist es, Emissionsfaktoren zu liefern, die auf gemessenen Emissionen aus realen Anlagen basieren. Nach Abschluss des Vorhabens ist mit neuen Emissionsfaktoren für beide Gase zu rechnen.	Die Ergebnisse aus dem Vorhaben (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2011		Kap. 8.5.1.6	2011
6.D.1	Andere: Kompostierung	Derzeit wird im Auftrag des Umweltbundesamtes ein Forschungsvorhaben durchgeführt, dessen Ziel es ist, die Datengrundlage für die Emissionsfaktoren für CH ₄ und N ₂ O zu verbessern. Im Rahmen des Vorhabens werden sowohl Literaturdaten recherchiert als auch Messungen an Kompost- und Vergärungsanlagen durchgeführt. Ziel des Vorhabens ist es, Emissionsfaktoren zu liefern, die auf gemessenen Emissionen aus realen Anlagen basieren. Nach Abschluss des Vorhabens ist mit neuen Emissionsfaktoren für beide Gase zu rechnen, die in das Inventar eingearbeitet werden sollen.	Die Ergebnisse aus dem Vorhaben (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2012		Kap. 8.5.1.6	2012
6.D.2	Andere: MBA	Das Umweltbundesamt wird auf das Statistische Bundesamt einwirken, bei der Datenerhebung auch bislang unberücksichtigte MBA-Varianten mit zu erfassen.	StBa ist zu veranlassen bislang unberücksichtigte MBA-Varianten mit zu erfassen. Das Inventar ist entsprechend zu überarbeiten.	2011		Kap. 8.5.2.6	2011
6.D.2	Andere: MBA	Das Umweltbundesamt wird auf das Statistische Bundesamt einwirken, bei der Datenerhebung auch bislang unberücksichtigte MBA-Varianten mit zu erfassen. Hierzu ist ein gemeinsames Gespräch mit dem MBA Betreibern und dem Statistischen Bundesamt geplant.	StBa ist zu veranlassen bislang unberücksichtigte MBA-Varianten mit zu erfassen. Das Inventar ist entsprechend zu überarbeiten.	2012		Kap. 8.5.2.6	2012

Tabelle 312: Zusammenfassung der in den NIR-Quellgruppenkapiteln genannten geplanten Verbesserungen; Status: Offen

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziele	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	Quellverweis	Berichterstattungsjahr
1.A.1.a	Öffentliche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung	Im Zuge eines Forschungsvorhabens, wurde mit der Aktualisierung der im Kapitel 3.2.6.2 beschriebenen Datengrundlage für Emissionsfaktoren (außer CO ₂) begonnen. Erste Ergebnisse aus dem Vorhaben sollen in den NIR-Bericht einfließen. Teile des Vorhabens betreffen das N ₂ O-Emissionsverhalten von Feuerungs- und Gasturbinenanlagen sowie das CH ₄ -Emissionsverhalten von Gasturbinenanlagen.	Ergebnisse aus dem Vorhaben (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2011	Kap. 3.2.6.6	2011
1.A.1.a	Öffentliche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung	Nach Abschluss des Ende 2008 gestarteten Forschungsvorhabens (FICHTNER et al. 2011) wurden die Emissionsfaktoren für NO _x und SO ₂ aktualisiert. Die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für CH ₄ und N ₂ O ist in Arbeit.	Ergebnisse aus dem Vorhaben (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2012	Kap. 3.2.6.6	2012
1.A.1.b	Mineralölraffinerien	Im Zuge eines Forschungsvorhabens, wurde mit der Aktualisierung der im Kapitel 3.2.6.2 beschriebenen Datengrundlage für Emissionsfaktoren (außer CO ₂) begonnen. Erste Ergebnisse aus dem Vorhaben sollen in den NIR-Bericht einfließen. Teile des Vorhabens betreffen das N ₂ O-Emissionsverhalten von Feuerungs- und Gasturbinenanlagen sowie das CH ₄ -Emissionsverhalten von Gasturbinenanlagen. Das Forschungsvorhaben umfasst auch die Kraftwerke und Unterfeuerungen in Mineralölraffinerien.	Ergebnisse aus dem Vorhaben (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2011	Kap. 3.2.7.6	2011
1.A.1.b	Mineralölraffinerien	Nach Abschluss des Ende 2008 gestarteten Forschungsvorhabens (FICHTNER et al. 2011) wurden die Emissionsfaktoren für NO _x und SO ₂ aktualisiert. Die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für CH ₄ und N ₂ O ist in Arbeit.	Ergebnisse aus dem Vorhaben (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2012	Kap. 3.2.7.6	2012
1.A.1.c	Herstellung von festen Brennstoffen und sonstige Energieindustrie	Im Zuge eines Forschungsvorhabens, wurde mit der Aktualisierung der im Kapitel 3.2.6.2 beschriebenen Datengrundlage für Emissionsfaktoren (außer CO ₂) begonnen. Erste Ergebnisse aus dem Vorhaben sollen in den NIR-Bericht einfließen. Teile des Vorhabens betreffen das N ₂ O-Emissionsverhalten von Feuerungs- und Gasturbinenanlagen sowie das CH ₄ -Emissionsverhalten von Gasturbinenanlagen. Das Forschungsvorhaben umfasst auch die Kraftwerke und anderen Feuerungen des Bergbaubereichs.	Ergebnisse aus dem Vorhaben (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2011	Kap. 3.2.8.6	2011
1.A.1.c	Herstellung von festen Brennstoffen und sonstige Energieindustrie	Nach Abschluss des Ende 2008 gestarteten Forschungsvorhabens (FICHTNER et al. 2011) wurden die Emissionsfaktoren für NO _x und SO ₂ aktualisiert. Die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für CH ₄ und N ₂ O ist in Arbeit.	Ergebnisse aus dem Vorhaben (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2012	Kap. 3.2.8.6	2012
1.A.1.c	Herstellung von festen Brennstoffen und sonstige Energieindustrie	Nach Beendigung der Emissionsberechnung hat die AGEB Korrekturen an der Energiebilanz vorgenommen, diese werden in der nächsten Submission in das Inventar überführt.	Die von AGEB vorgenommenen Korrekturen an der Energiebilanz sind in das Inventar einzuarbeiten.	2013	Kap. 3.2.8.6	2013
1.A.2.f	Andere: Weitere Stromeigenerzeuger	Im Zuge eines Forschungsvorhabens, wurde mit der Aktualisierung der im Kapitel 3.2.6.2 beschriebenen Datengrundlage für Emissionsfaktoren (außer CO ₂) begonnen. Erste Ergebnisse aus dem Vorhaben sollen in den NIR-Bericht einfließen. Teile des Vorhabens betreffen das N ₂ O-	Ergebnisse aus dem Vorhaben (siehe Einzelziel und Check Nr. 3557) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2011	Kap. 3.2.9.11.6	2011

		Emissionsverhalten von Feuerungs- und Gasturbinenanlagen sowie das CH ₄ -Emissionsverhalten von Gasturbinenanlagen. Das Forschungsvorhaben umfasst auch die Kraftwerke und anderen Feuerungen des Verarbeitenden Gewerbes - Weitere Energieerzeugung.				
1.A.2.f	Andere: Weitere Stromeigenerzeuger	Nach Abschluss des Ende 2008 gestarteten Forschungsvorhabens (FICHTNER et al. 2011) wurden die Emissionsfaktoren für NO _x und SO ₂ aktualisiert. Die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für CH ₄ und N ₂ O ist in Arbeit.	Ergebnisse aus dem Vorhaben (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2012	Kap. 3.2.9.11.6	2012
1.A.2.f.(a)	Andere: Weitere Stromeigenerzeuger - Kalk	Die Zuordnung der Brennstoffe zu Zement, Kalk und Gips soll einer Prüfung unterzogen werden.	Die Zuordnung der Brennstoffe zu Zement, Kalk und Gips soll einer Prüfung unterzogen werden. Das Ergebnis ist ggf. in das Inventar einzuarbeiten.	2013	Kap. 3.2.9.10.6	2013
1.A.2.f.(b)	Andere: Weitere Stromeigenerzeuger - Zement	Die Zuordnung der Brennstoffe zu Zement, Kalk und Gips soll einer Prüfung unterzogen werden.	Die Zuordnung der Brennstoffe zu Zement, Kalk und Gips soll einer Prüfung unterzogen werden. Das Ergebnis ist ggf. in das Inventar einzuarbeiten.	2013	Kap. 3.2.9.7.6	2013
1.A.3.d	Schiffsverkehr (See-, Binnenschifffahrt)	Derzeit erfolgt eine grundlegende Überarbeitung des Treibhausgasinventares für den Seeverkehr inklusive der Verkehre zwischen den deutschen Seehäfen. Erkenntnisse und Ergebnisse daraus werden sich zukünftig auch in Quellgruppe 1.A.3.d widerspiegeln.	Ergebnisse aus der Überarbeitung des Treibhausgasinventars für den Seeverkehr (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2011	Kap. 3.2.10.4.6	2011
1.A.3.d	Schiffsverkehr (See-, Binnenschifffahrt)	Derzeit erfolgt eine grundlegende Überarbeitung des Treibhausgasinventares für den Seeverkehr inklusive der Verkehre zwischen den deutschen Seehäfen. Erkenntnisse und Ergebnisse daraus werden sich zukünftig auch in Quellgruppe 1.A.3.d widerspiegeln.	Ergebnisse aus der Überarbeitung des Treibhausgasinventars für den Seeverkehr (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2012	Kap. 3.2.10.4.6	2012
1.A.3.d	Schiffsverkehr (See-, Binnenschifffahrt)	In einem weiteren Vorhaben (FKZ 363 01 403) wurden die im TREMOD-Modul Binnenschifffahrt verwendeten Basisdaten exemplarisch für das Jahr 2010 überprüft und bestätigt. Weitere Überprüfungen und daraus möglicherweise resultierende Anpassungen an den Zeitreihen der Emissionsfaktoren stehen noch aus.	Nach Projektabschluss sind die für die Binnenschifffahrt verwendeten Emissionsfaktoren ggf. zu aktualisieren.	2013	Kap. 3.2.10.4.6	2013
1.A.3.e	Übriger Verkehr	Im Zuge eines Forschungsvorhabens, wurde mit der Aktualisierung der im Kapitel 3.2.6.2 beschriebenen Datengrundlage für Emissionsfaktoren (außer CO ₂) begonnen. Erste Ergebnisse aus dem Vorhaben sollen in den NIR-Bericht einfließen. Teile des Vorhabens betreffen das N ₂ O-Emissionsverhalten von Feuerungs- und Gasturbinenanlagen sowie das CH ₄ -Emissionsverhalten von Gasturbinenanlagen. Das Forschungsvorhaben umfasst auch die Gasturbinen in Erdgasverdichterstationen.	Ergebnisse aus dem Vorhaben (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2011	Kap. 3.2.10.5.6	2011
1.A.3.e	Übriger Verkehr	Erdgasverdichterstationen: Nach Abschluss des Ende 2008 gestarteten Forschungsvorhabens (FICHTNER et al. 2011) wurden die Emissionsfaktoren für NO _x und SO ₂ aktualisiert. Die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für CH ₄ und N ₂ O ist in Arbeit.	Die Ergebnisse des Vorhabens für CH ₄ (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2012	Kap. 3.2.10.5.6	2012
1.A.4	Andere Quellgruppen: Stationär	Die derzeit nur auf mehreren sehr vereinfachten und konservativen Annahmen beruhende Erfassung der Verbräuche und Emissionen der deutschen Hochseefischerei soll mittelfristig überarbeitet werden.	Überarbeitung der Annahmen zu den Verbräuche und Emissionen der deutschen Hochseefischerei (siehe Einzelziel).	2011	Kap. 3.2.11.6	2011
1.A.4	Andere Quellgruppen: Mobil	Derzeit erfolgt eine grundlegende Überarbeitung des Treibhausgasinventares für den Seeverkehr inklusive der Verkehre	Die Erkenntnisse und Ergebnisse aus dem zugehörigen Seeverkehrsvorhaben FKZ 3709 43 111 / 01 sind in	2012	Kap. 3.2.11.6	2012

		zwischen den deutschen Seehäfen. Erkenntnisse und Ergebnisse daraus werden sich zukünftig auch in Quellgruppe 1.A.4.ciii widerspiegeln.	das Inventar einzuarbeiten.			
1.A.4	Andere Quellgruppen	Nach Beendigung der Emissionsberechnung hat die AGEB Korrekturen an der Energiebilanz vorgenommen, diese werden in der nächsten Submission in das Inventar überführt.	Die von AGEB vorgenommenen Korrekturen an der Energiebilanz sind in das Inventar einzuarbeiten.	2013	Kap. 3.2.11.6	2013
1.B.2	Öl und Gas	Derzeit ist ein Forschungsprojekt in Bearbeitung, welches die Emissionen aus dem Gasnetz näher untersucht. Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass die bisher berichteten Emissionen deutlich zu hoch sind, da die bisher verwendeten Emissionsfaktoren von einer zu hohen Schadenshäufigkeit ausgehen und sich überdies die Materialien der Leitungen hinsichtlich der Dichtigkeit verbessert haben.	Ergebnisse aus dem Vorhaben (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2013	Kap. 3.3.2.2	2013
1.B.2.a.v	Öl, Verteilung von Ölprodukten	Die Aktualisierung der Daten zur Reinigung von Eisenbahnkesselwagen (UBA 2004b) und die Ermittlung von Daten zu anderen Reinigungsbereichen wie Binnentankschiffen und Straßentankfahrzeugen werden Gegenstand eines Forschungsprojektes sein.	Die Daten zur Reinigung von Eisenbahnkesselwagen (UBA 2004b) und die Daten zu anderen Reinigungsbereichen wie Binnentankschiffen und Straßentankfahrzeugen sind mittels des Forschungsprojektes zu aktualisieren bzw. zu ermitteln. Das Inventar ist entsprechend zu überarbeiten.	2012	Kap. 3.3.2.3.5.6	2012
1.B.2.d	Öl und Gas: Verteilung/Produktion	Es ist geplant, die Freisetzung von Gasen - wenn auch sehr geringe Mengen zu erwarten sind - für Erschließungsbohrungen, bei denen keine „Blow-out-preventer“ eingesetzt werden (oberflächennaher Bereich bis 400 m Tiefe), zu quantifizieren.	Quantifizierung der Freisetzung von Gasen für Erschließungsbohrungen, bei denen keine „Blow-out-preventer“ eingesetzt werden (siehe Einzelziel).	2011	Kap. 3.3.2.5.6	2011
1.B.2.d	Öl und Gas: Verteilung/Produktion	Es ist geplant, die Freisetzung von Gasen - wenn auch sehr geringe Mengen zu erwarten sind - für Erschließungsbohrungen, bei denen keine „Blow-out-preventer“ eingesetzt werden (oberflächennaher Bereich bis 400 m Tiefe), zu quantifizieren.	Quantifizierung der Freisetzung von Gasen für Erschließungsbohrungen, bei denen keine „Blow-out-preventer“ eingesetzt werden (siehe Einzelziel).	2012	Kap. 3.3.2.5.6	2012
1.B.2.d	Öl und Gas: Verteilung/Produktion	Bei der geothermischen Strom- und Wärmeerzeugung in Niedertemperatur-Wärmequellenwerken wird abweichend vom Standardkonzept eine Effizienzsteigerung durch den Einsatz fluorierter Arbeitsmittel erprobt. Die sicherheitstechnischen und emissionsrelevanten Implikationen dieser technischen Entwicklungen werden durch das Umweltbundesamt erfasst und in einem Workshop („Effektivität und Umweltverträglichkeit in geothermischen Niedertemperatur-Kreisprozessen“) auf dem Deutschen Bundeskongress Geothermie im November 2011 vorgestellt und diskutiert.	Datenerhebung von F-Gasen aus der Geothermie muss sichergestellt werden.	2012	Kap. 3.3.2.5.6	2012
1.C.1.B	Bunker: Internationale Seeschifffahrt	Im Rahmen einer Studie werden derzeit Bewegungsdaten auf Basis von AIS ermittelt. Die daraus entwickelten Bunkermengen sollen dann mit ebenfalls aktualisierten spezifischen Emissionsfaktoren die Deutschland zugeordneten Emissionen abbilden.	Ergebnisse aus dem AIS-Vorhaben (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2011	Kap.3.2.2.3.6	2011
1.C.1.b	Bunker: Internationale Seeschifffahrt	Im Rahmen einer Studie werden derzeit Bewegungsdaten auf Basis von AIS (Automatic Identification System/Automatisches Identifikationssystem; funk- bzw. satellitengestütztes System zur Übertragung von Schiffsdaten, wie Größe, Beladung, Geschwindigkeit, Route, etc.) ermittelt. Die daraus entwickelten Bunkermengen sollen dann mit ebenfalls aktualisierten spezifischen Emissionsfaktoren die Deutschland zugeordneten Emissionen abbilden	Ergebnisse aus dem AIS-Vorhaben (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2012	Kap. 3.2.2.3.6	2012
1.C.1.b	Bunker: Internationale	Frühestens ab 2013 wird voraussichtlich auch in Deutschland gebunkertes	In Deutschland gebunkertes LNG ist in der Berichterstattung zu	2013	Kap. 3.2.2.3.6	2013

	Seeschifffahrt	LNG zum Einsatz kommen und in zukünftigen Berichterstattungen berücksichtigen.				
2.A.4	Herstellung und Verwendung von Soda / Natriumcarbonat	Derzeit sind keine konkreten Verbesserungen geplant. Das hohe Maß an Unsicherheiten der Mengen verwendeter Soda erfordert aber eine Verifizierung der Berechnungsmethode.	Das hohe Maß an Unsicherheiten der Mengen verwendeter Soda erfordert eine Verifizierung der Berechnungsmethode.	2011	Kap. 4.2.4.6	2011
2.A.4	Herstellung und Verwendung von Soda / Natriumcarbonat	Das hohe Maß an Unsicherheiten der Mengen verwendeter Soda erfordert aber weiterhin eine Verifizierung der Berechnungsmethode.	Das hohe Maß an Unsicherheiten der Mengen verwendeter Soda erfordert eine Verifizierung der Berechnungsmethode.	2012	Kap. 4.2.4.6	2012
2.A.5	Verwendung von Bitumen zur Dachdeckung	Weiterhin sind zusätzliche Betrachtungen zur Export-Import-Bereinigung durch den VDD geplant.	Mit neuem FV muss die Datenlage für Außenhandelskorrektur neu recherchiert werden, ggf. über Koordinierungsausschuss. (siehe auch "Handlungsbedarf Ergänzung")	2011	Kap. 4.2.5.6	2011
2.A.5	Verwendung von Bitumen zur Dachdeckung	Weiterhin sind zusätzliche Betrachtungen zur Export-Import-Bereinigung durch den VDD geplant.	Mit neuem FV muss die Datenlage für Außenhandelskorrektur neu recherchiert werden, ggf. über Koordinierungsausschuss. (siehe auch "Handlungsbedarf Ergänzung")	2012	Kap. 4.2.5.6	2012
2.A.6	Straßenasphaltierung	Die aktuell vorliegenden Ergebnisse aus einem Forschungsbericht sollen fachlich zur Evaluierung der Emissionsfaktoren genutzt werden.	Evaluierung der Emissionsfaktoren anhand des vorliegenden Projektberichts (siehe Einzelziel).	2011	Kap. 4.2.6.6	2011
2.A.6	Straßenasphaltierung	Die aktuell vorliegenden Ergebnisse aus einem Forschungsbericht sollen fachlich zur Evaluierung der Emissionsfaktoren genutzt werden.	Evaluierung der Emissionsfaktoren anhand des vorliegenden Projektberichts (siehe Einzelziel).	2012	Kap. 4.2.6.6	2012
2.D.1	Zellstoff und Papier	Die CO ₂ -Emissionen aus der Kaustifizierung in der Sulfatzellstoffproduktion sind biogenen Ursprungs und müssen demnach bisher nicht berichtet werden. Zukünftig ist es denkbar zur Erhöhung der Transparenz auch CO ₂ biogenen Ursprungs zu berichten.	Prüfen, ob zukünftig CO ₂ biogenen Ursprungs berichtet werden sollte (siehe Einzelziel).	2011	Kap. 4.5.1.6	2011
4.A	Fermentation	Datenhaltung und Emissionsberechnungen werden von Tabellenkalkulationsdateien auf eine relationale Datenbank sowie prozedurale Programme umgestellt. Dieser Schritt, zu dem die Arbeiten im Sommer 2010 begonnen haben, dient vorrangig QK/QS-Zwecken. So wird u. A. die Automatisierung von Plausibilitätschecks erleichtert.	Die relationale Datenbank ist fertig zu stellen.	2011	Kap. 6.2.6	2011
4.A	Fermentation	Es wird weiterhin an der Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung gearbeitet. Inzwischen wurden die erforderlichen sehr detaillierten Daten bundesweit durch Expertenbefragung erhoben und ausgewertet (Dämmgen et al., 2011b). Als nächster Arbeitsschritt ist die Aufarbeitung dieser Daten für das Inventarmodell GAS-EM geplant. Gegebenenfalls können dabei auch noch Erkenntnisse aus der im Herbst 2011 stattfindenden amtlichen Erhebung über den Proteineinsatz in der Schweinemast im Zeitraum November 2010 bis Oktober 2011 einfließen. Die verbesserte Modellierung der Schweinefütterung wird u. a. die Gesamtenergie-Aufnahme beeinflussen, die als Grundlage zur Berechnung der CH ₄ -Emissionen aus der Verdauung dient.	Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung (siehe Einzelziel). Die Validität der Modellrechnung muss transparent gemacht werden.	2012	Kap. 6.2.6	2012
4.A	Fermentation	Datenhaltung und Emissionsberechnungen werden von Tabellenkalkulationsdateien auf eine relationale Datenbank sowie prozedurale Programme umgestellt. Dieser Schritt, zu dem die Arbeiten 2010 begonnen haben, dient vorrangig QK/QS-Zwecken. So wird u. a. die Automatisierung von Plausibilitätschecks erleichtert.	Die relationale Datenbank ist fertig zu stellen.	2012	Kap. 6.2.6	2012
4.A (b)	Fermentation - Rinder, Schweine, Schafe, Pferde	Derzeit wird an einer Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung gearbeitet, in die auch Daten aus der für November	Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung (siehe Einzelziel). Die Validität der Modellrechnung muss transparent	2011	Kap. 6.2.6	2011

		2011 durch das Statistische Bundesamt vorgesehenen Erhebung von Daten zum Eiweißeinsatz in der Schweinemast einfließen sollen. Die verbesserte Modellierung der Schweinefütterung wird auch die Gesamtenergie-Aufnahme beeinflussen, die als Grundlage zur Berechnung der CH ₄ -Emissionen aus der Verdauung dient.	gemacht werden.			
4.B	Düngerwirtschaft - Rinder, Schweine, Schafe, Pferde	Derzeit wird an einer Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung gearbeitet, in die auch Daten aus der für November 2011 durch das Statistische Bundesamt vorgesehenen Erhebung von Daten zum Eiweißeinsatz in der Schweinemast einfließen sollen. Die verbesserte Modellierung der Schweinefütterung wird auch die Gesamtenergie-Aufnahme beeinflussen, die als Grundlage zur Berechnung der CH ₄ -Emissionen aus der Verdauung dient.	Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung (siehe Einzelziel).	2011	Kap. 6.3.2.6	2011
4.B	Düngerwirtschaft	Datenhaltung und Emissionsberechnungen werden von Tabellenkalkulationsdateien auf eine relationale Datenbank sowie prozedurale Programme umgestellt. Dieser Schritt, zu dem die Arbeiten im Sommer 2010 begonnen haben, dient vorrangig QK/QS-Zwecken. So wird u. A. die Automatisierung von Plausibilitätschecks erleichtert.	Die relationale Datenbank ist fertig zu stellen.	2011	Kap. 6.3.2.6	2011
4.B	Düngerwirtschaft - Rinder, Schweine, Schafe, Pferde	Hinsichtlich geplanter Verbesserungen wird auf Kapitel 6.3.2.6 verwiesen. Von der Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung ist zu erwarten, dass auch die Ergebnisse der N ₂ O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management beeinflusst werden.	Sollte die Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung Einfluss auf die N ₂ O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management haben, so ist dies in das Inventar einzuarbeiten.	2011	Kap. 6.3.4.6	2011
4.B	Düngerwirtschaft	Bei der Berechnung von THG-Emissionen aus der Güllevergärung konnten geringe Güllemengen konzeptionsbedingt nicht berücksichtigt werden (siehe Kapitel 6.1.3.6.5). Um auch diese Güllemengen einbeziehen zu können, soll das Berechnungsverfahren überarbeitet werden.	Bei der Berechnung von THG-Emissionen aus der Güllevergärung konnten geringe Güllemengen konzeptionsbedingt nicht berücksichtigt werden (siehe Kapitel 6.1.3.6.5). Um auch diese Güllemengen einbeziehen zu können, soll das Berechnungsverfahren überarbeitet werden. Die Ergebnisse sind in das Inventar einzuarbeiten.	2013	Kap. 6.3.2.6 + 6.3.4.6	2013
4.B	Düngerwirtschaft	Es wird weiterhin an der Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung gearbeitet. Inzwischen wurden die erforderlichen sehr detaillierten Daten bundesweit durch Expertenbefragung erhoben und ausgewertet (Dämmgen et al., 2011b). Als nächster Arbeitsschritt ist die Aufarbeitung dieser Daten für das Inventarmodell GAS-EM geplant. Gegebenenfalls können dabei auch noch Erkenntnisse aus der im Herbst 2011 stattfindenden amtlichen Erhebung über den Proteineinsatz in der Schweinemast im Zeitraum November 2010 bis Oktober 2011 einfließen. Die verbesserte Modellierung der Schweinefütterung wird u. a. die Gesamtenergie-Aufnahme beeinflussen, die als Grundlage zur Berechnung der CH ₄ -Emissionen aus der Verdauung dient.	Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung (siehe Einzelziel).	2012	Kap. 6.3.2.6	2012
4.B	Düngerwirtschaft	Datenhaltung und Emissionsberechnungen werden von Tabellenkalkulationsdateien auf eine relationale Datenbank sowie prozedurale Programme umgestellt. Dieser Schritt, zu dem die Arbeiten 2010 begonnen haben, dient vorrangig QK/QS-Zwecken. So wird u. a. die Automatisierung von Plausibilitätschecks erleichtert.	Die relationale Datenbank ist fertig zu stellen.	2012	Kap. 6.3.2.6	2012
4.B	Düngerwirtschaft	Von der in Kapitel 6.3.2.6 erwähnten Verbesserung der Modellierung der	Sollte die Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung	2012	Kap. 6.3.4.6	2012

		Schweinefütterung und der Erhebung zur N-reduzierten Fütterung bei Schweinen ist zu erwarten, dass auch die Ergebnisse der N ₂ O- und NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management beeinflusst werden.	Einfluss auf die N ₂ O-/NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management haben, so ist dies in das Inventar einzuarbeiten .			
4.D	Landwirtschaftliche Böden	Derzeit wird an einer Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung gearbeitet. Außerdem ist vom Statistischen Bundesamt eine Erhebung von Daten zum Eiweißeinsatz in der Schweinemast vorgesehen. Es ist zu erwarten, dass die Modelländerungen auch die Ergebnisse der für die indirekten N ₂ O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden relevanten NH ₃ -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management beeinflussen werden. Es wird in Zusammenarbeit mit dem Statistischen Bundesamt eine fundierte Schätzung der deutschen Wirtschaftsdünger-Netto-Importbilanz angestrebt.	Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung (siehe Einzelziel). Die Validität der Modellrechnung muss transparent gemacht werden.	2011	Kap. 6.5.6	2011
4.D	Landwirtschaftliche Böden	Datenhaltung und Emissionsberechnungen werden von Tabellenkalkulationsdateien auf eine relationale Datenbank sowie prozedurale Programme umgestellt. Dieser Schritt, zu dem die Arbeiten im Sommer 2010 begonnen haben, dient vorrangig QK/QS-Zwecken. So wird u. A. die Automatisierung von Plausibilitätschecks erleichtert.	Die relationale Datenbank ist fertig zu stellen.	2011	Kap. 6.5.6	2011
4.D	Landwirtschaftliche Böden	Es wird weiterhin an der Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung gearbeitet (DÄMMGEN et al., 2011b). Gegebenenfalls können dabei auch noch Erkenntnisse aus der im Herbst 2011 stattfindenden amtlichen Erhebung über den Proteineinsatz in der Schweinemast im Zeitraum November 2010 bis Oktober 2011 einfließen. Die verbesserte Modellierung der Schweinefütterung wird u. a. die N-Ausscheidungen und damit die aus dem Wirtschaftsdünger-Management in den Boden gelangenden N-Mengen beeinflussen.	Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung (siehe Einzelziel). Die Validität der Modellrechnung muss transparent gemacht werden.	2012	Kap. 6.5.6	2012
4.D	Landwirtschaftliche Böden	Datenhaltung und Emissionsberechnungen werden von Tabellenkalkulationsdateien auf eine relationale Datenbank sowie prozedurale Programme umgestellt. Dieser Schritt, zu dem die Arbeiten im Sommer 2010 begonnen haben, dient vorrangig QK/QS-Zwecken. So wird u. a. die Automatisierung von Plausibilitätschecks erleichtert.	Die relationale Datenbank ist fertig zu stellen.	2012	Kap. 6.5.6	2012
5.	LULUCF	Mineralböden Zur Verbesserung der Datengrundlage werden in Deutschland derzeit Großinventuren zur Ermittlung des Kohlenstoff- und Stickstoffgehalts in Mineralböden durchgeführt: Die Ergebnisse der BZE-Landwirtschaft werden schrittweise zur Bestimmung präziser Emissionsfaktoren in das LULUCF-Inventar eingearbeitet.	Die Ergebnisse der BZE-Landwirtschaft sind zur Bestimmung präziser Emissionsfaktoren in das LULUCF-Inventar einzuarbeiten.	2013	Kap. 19.5.2.3	2013
5.A	Forest Land	Landnutzungsänderungen Mit der zurzeit in Vorbereitung befindlichen Bundeswaldinventur 3 (BWI 3) wird die Flächen- und –änderungsbestimmung für das gesamte Bundesgebiet einheitlich möglich sein. Die Ergebnisse der BWI 3, die von 2011 bis 2012 durchgeführt wird, wird eine Schätzung der Flächen und –änderungen für alle LULUCF-Landkategorien im Zeitraum von 2002 bis 2012 ermöglichen.	Durchführung einer Schätzung der Flächen und –änderungen für alle LULUCF-Landkategorien im Zeitraum von 2002 bis 2012 auf Basis der BWI 3.	2011	Kap. 7.2.8.1	2011

5.A	Forest Land	Weiterhin wird die Kartengrundlage BÜK gegenwärtig überarbeitet und demnächst mit einer höheren Genauigkeit (Maßstab 1:200.000) veröffentlicht.	Nach Überarbeitung der BÜK ist zu prüfen, ob deren höhere Genauigkeit Auswirkung auf die Ergebnisse der Emissionsberechnungen hat. Das Inventar ist entsprechend zu überarbeiten.	2011	Kap. 7.2.8.2	2011
5.A	Forest Land	Streu und mineralische Böden Die Auswertung der Daten bezüglich der Änderungen des organischen Kohlenstoffs in den oberen 30 cm des Mineralbodens zeigt, dass v.a. sandige Böden, die ihren Verbreitungsschwerpunkt im Norden Deutschlands haben, Kohlenstoff seit der BZE I akkumuliert haben. In einer bereits initiierten Untersuchung seitens der BZE sollen die Ursachen der Kohlenstoffzunahme geklärt werden. Der Vergleich mit einer regionalen Bodeninventur auf Daueruntersuchungsflächen (KONOPATZKY 2009) lässt den Schluss zu, dass Veränderungen vor allem in den letzten Jahren stattgefunden haben. Andererseits kommt eine im Rahmen der BZE durchgeführte Studie zu dem Schluss, dass signifikante Änderungen des Kohlenstoffvorrats im Mineralboden frühestens nach 10 Jahren erfassbar sind (MELLERT et al. 2007). Es ist daher notwendig, die Veränderungsrate mittels einer Folgeinventur zu überprüfen. Über deren Zeitpunkt ist nach Auswertung der BZE II zu beschließen.	Nach Auswertung der BZE II ist zur Ermittlung der Änderung des Gehaltes an org. Kohlenstoff der obersten 30cm von Mineralböden eine Folgeinventur zu veranlassen (siehe Einzelziel).	2011	Kap. 7.2.8.2	2011
5.A	Forest Land	Mit der zurzeit durchgeführten Bundeswaldinventur 3 (BWI 3) wird dem stichprobenbasierten Informationssystem für die Bestimmung der Aktivitätsdaten ein wichtiger Datensatz zur Verfügung gestellt. Die Ergebnissen der BWI 3, die von 2011 bis 2012 durchgeführt wird, sollen 2013 eine Schätzung der Flächen und –änderungen für die Kategorien von, zu und verbleibenden Wald für den Zeitraum von 2002 bis 2012 ermöglichen. Durch die hohe Qualität der Daten ist eine sehr genaue Aussage über die Waldflächen und -veränderungen möglich.	Durchführung einer Schätzung der Flächen und –änderungen für die Kategorien von, zu und verbleibenden Wald im Zeitraum von 2002 bis 2012 auf Basis der BWI 3.	2012	Kap. 7.2.8.1	2012
5.A	Forest Land	Die Auswertung der Daten bezüglich der Änderungen des organischen Kohlenstoffs in den oberen 30 cm des Mineralbodens zeigt, dass v. a. sandige Böden, die ihren Verbreitungsschwerpunkt im Norden Deutschlands haben, Kohlenstoff seit der BZE I akkumuliert haben. In einer bereits initiierten Untersuchung seitens der BZE sollen die Ursachen der Kohlenstoffzunahme geklärt werden. Der Vergleich mit einer regionalen Bodeninventur auf Daueruntersuchungsflächen (KONOPATZKY 2009) lässt den Schluss zu, dass die Veränderungen vor allem in den letzten Jahren stattgefunden haben. Andererseits kommt eine im Rahmen der BZE durchgeführte Studie zu dem Schluss, dass signifikante Änderungen des Kohlenstoffvorrats im Mineralboden frühestens nach 10 Jahren erfassbar sind (MELLERT et al. 2007). Es ist daher notwendig, die Veränderungsrate mittels einer Folgeinventur zu überprüfen. Der Zeitpunkt der Durchführung wird erst nach Auswertung der BZE II beschlossen.	Nach Auswertung der BZE II ist zur Ermittlung der Änderung des Gehaltes an org. Kohlenstoff der obersten 30cm von Mineralböden eine Folgeinventur zu veranlassen (siehe Einzelziel).	2012	Kap. 7.2.8.2	2012
5.A, 5.B, 5.C	Forest Land, Cropland, Grassland	Die in den vorangegangenen Kapiteln aufgeführten Werte stellen die im Moment besten, flächendeckend verfügbaren Daten dar. Zur Verbesserung dieser Datengrundlage wurden und werden in Deutschland derzeit Großinventuren zur Ermittlung des Kohlenstoff- und Stickstoffgehalts in	Einarbeitung der Ergebnisse der Großinventuren (BZE LaWi-Acker-Grünl.) in das Inventar und umstellen der Berichterstattung für Mineralboden auf 1 m Bodentiefe.	2012	Kap. 19.5.2.2.6	2012

		Mineralböden durchgeführt: • die Bodenzustandserhebung II Wald, für alle Waldböden (in der Auswertung) • die Bodenzustandserhebung Landwirtschaft, für Acker- und Grünlandböden Durch diese beiden Großinventuren werden ca. 84 % der Gesamtfläche Deutschlands erfasst, dies entspricht ca. 88 % der Mineralbodenfläche. • Die Ergebnisse dieser Inventuren werden schrittweise zur Bestimmung präziser Emissionsfaktoren eingearbeitet. • Im Rahmen der Einarbeitung der Ergebnisse der Großinventuren soll das Berichtssystem Mineralboden von 30 cm auf 1 m Bodentiefe umgestellt werden.				
5.B, 5.C	LULUCF	Für den gesamten LULUCF-Sektor wurde für die Ermittlung der Flächendaten ein stichprobenbasiertes Informationssystem eingeführt. Jedem Stichprobenpunkt kann aufgrund des Datenmaterials für die betreffenden Jahre eine Zuordnung zu einer Landnutzungskategorie in Abhängigkeit einer Qualitätsstufe vorgenommen werden. Daraus wurden die Landnutzungsänderungskategorien für jedes Jahr abgeleitet. Zusätzlich wurde erfasst, wie viele der Punkte auf Grund übereinstimmender LULUCF-Kategorien der verschiedenen Qualitätsstufen als validiert gelten. Der Anteil noch nicht validierter Punkte im Jahre 1990 ist noch hoch. Dieser Anteil soll durch die Integration neuer Datenquellen (vor allem aus ColorInfraRed-Daten abgeleitete Kartenwerke für 1990) deutlich verbessert werden (siehe auch Kapitel 7.1.3.3).	Verbesserung des Anteils der validierten Punkte im Jahre 1990. Die Verbesserung soll durch die Integration neuer Datenquellen (vor allem aus ColorInfraRed-Daten abgeleitete Kartenwerke für 1990) erreicht werden.	2012	Kap. 7.2.8.1	2012
5.B, 5.C	Cropland, Grassland	Verbesserung der Flächendaten für organische Böden unter Acker: laufendes Forschungsprojekt.	Die Flächendaten für organische Böden unter Acker sind zu verbessern.	2012	Kap. 7.3.8	2012
5.B, 5.C	Cropland, Grassland	Mineralboden: Bodenzustandserhebung Landwirtschaft: Erzeugung nationaler Messdaten der C-Vorräte für Acker und Grünland.	Auf Basis der nationalen Bodenzustandserhebung Landwirtschaft sind Messdaten der C-Vorräte in Mineralböden für Acker und Grünland abzuleiten und das Inventar entsprechend zu verbessern.	2012	Kap. 7.3.8	2012
5.B, 5.C	Cropland, Grassland	Mineralboden: Bodenzustandserhebung Landwirtschaft: schrittweise Überarbeitung der Datengrundlage für Mineralböden.	Auf Basis der Bodenzustandserhebung Landwirtschaft ist die Datengrundlage für Mineralböden zu überarbeiten und das Inventar entsprechend zu verbessern.	2012	Kap. 7.3.8	2012
5.B, 5.C	Cropland, Grassland	Organische Böden: Treibhausgasmessungen zur Verbesserung bzw. Validierung der nationalen Emissionsfaktoren: laufendes Forschungsprojekt.	Mit Hilfe von Treibhausgasmessungen sind die nationalen Emissionsfaktoren für organische Böden zu verbessern bzw. zu validieren.	2012	Kap. 7.3.8	2012
5.B; 5.C; 5.D	Cropland, Grassland, Wetland	Neue, nach Bodentyp und Nutzung differenzierte Emissionsfaktoren für organische Böden	Ermittlung differenzierter EF für organische Böden.	2011	Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6	2011
5.C	Grassland	Zusätzlich wird der bisher vorläufige Emissionsfaktor für Gehölzbiomasse verbessert, da Ergebnisse von zehn weiteren Gehölzbeständen den bisher untersuchten zugefügt werden können.	Der bisher vorläufige Emissionsfaktor ist zu überarbeiten und das Inventar entsprechend zu aktualisieren.	2013	Kap. 7.4.8	2013
5.D	Wetland	Für die Kategorie Wetlands wird angestrebt landesspezifische Emissionsfaktoren für die THG CO₂, N₂O und CH₄ aus dem Torfabbau zu ermitteln. Diesbezüglich werden im Rahmen des Projektes „Organic Soils“ Messungen vorgenommen, die alle Phasen dieser Wirtschaftsmethode	Die Ergebnisse aus dem Vorhaben (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2011	Kap. 7.5.8	2011

		umfassen (vergl. Kapitel 19.5.2.6). Die Ergebnisse werden zur Parametrisierung und Validierung mathematischer Modelle verwendet, bzw. zur Ermittlung landesspezifischer, regionaler Defaultfaktoren. Die Ergebnisse dieses Projektes sollen, sobald verfügbar, in die nationale Berichterstattung einfließen.				
6.A.1	Kontrollierte Abfaldeponierung	2011/12 wurde die Restgasemissionen aus der Ablagerung mechanisch-biologische behandelter Abfälle in einem Sachverständigengutachten (IFAS, 2012) quantifiziert. Das Gutachten bestätigt, die bislang in der Emissionsberechnung angesetzten geringen Emissionsbeiträge aus der Ablagerung der MBA Abfälle. Das Gutachten liefert Hinweise zum zeitlichen Verlauf der Methanbildung, die auf einen höheren Anteilen an Abfallbestandteilen, die mit kürzeren Halbwertszeiten abgebaut werden, hinweisen. Gegenwertig wird dieser Sachverhalt noch geprüft, ggf. werden die Halbwertszeiten / Reaktionskonstanten für MBA-Abfälle entsprechen angepasst.	Das Inventar ist auf Basis der Ergebnisse des Gutachtens zu verbessern. Die Ergebnisse des Gutachtens sind zu dokumentieren.	2013	Kap. 8.2.1.6	2013
6.A.1	Kontrollierte Abfaldeponierung	Auffällig sind die im internationalen Vergleich sehr geringen Erfassungsraten des Deponiegases von etwa 20 %, obwohl nahezu allen deutschen Deponien über eine Gasfassung verfügen und aus deponietechnischer Gründen vergleichsweise günstige Rahmenbedingungen für hohe Gasfassung vorliegen. Die Ursachen dieses Widerspruchs gilt es für die zukünftige Berichterstattung aufzuklären.	Die Ursachen für die hohe Differenz der statistisch erfassten Werte und der geschätzten Deponiegasmenge sind zu ermitteln.	2013	Kap. 8.2.1.6	2013
6.B.1	Industrielle Abwasserreinigung	Es soll geprüft werden ob zu den branchenspezifischen Abwasserströmen entsprechende CSB-Werte ermittelt werden können.	Es soll geprüft werden ob zu den branchenspezifischen Abwasserströmen entsprechende CSB-Werte ermittelt werden können. Das Inventar ist dann entsprechend zu Überarbeiten.	2013	Kap. 8.3.1.2.6	2013
6.D.2	Andere: MBA	Als Emissionsfaktoren für Methan und Distickstoffmonoxid werden bislang die Emissionsgrenzwerte der 30. BImSchV angesetzt. Die realen Emissionen der Anlagen liegen deutlich unterhalb der Emissionsgrenzwerte. Für die weitere Berichterstattung gilt es daher die realen Anlagenemissionen auszuwerten und die Emissionsfaktoren zu überprüfen.	Als Emissionsfaktoren für Methan und Distickstoffmonoxid werden bislang die Emissionsgrenzwerte der 30. BImSchV angesetzt. Die realen Emissionen der Anlagen liegen deutlich unterhalb der Emissionsgrenzwerte. Für die weitere Berichterstattung gilt es daher die realen Anlagenemissionen auszuwerten, die Emissionsfaktoren zu überprüfen und mit den Ergebnissen das Inventar zu überarbeiten.	2013	Kap. 8.5.2.6	2013

10.4.2 KP & LULUCF

Die für das Konventionsinventar beschriebenen Verbesserungen für den Sektor LULUCF im Bereich 5.A und 5.B.2.1 bis 5.F.2.1 sind auch für das KP-LULUCF-Inventar anzuwenden (siehe Kapitel 10.4.1).

11 ERGÄNZENDE INFORMATIONEN WIE NACH ARTIKEL 7, ABSATZ 1 DES KYOTO-PROTOKOLLS GEFORDERT

11.1 Allgemeine Informationen

11.1.1 Walddefinition und andere Kriterien

Die wesentliche Datenquelle, die zur Ermittlung der Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren verwendet wurde, ist die Bundeswaldinventur. Deren Walddefinition ist unter anderem Grundlage für die Berichterstattung und findet sich in Kapitel 7.2.3.1.

Entsprechend dem deutschen Eröffnungsbericht des Kyoto-Protokolls (UNFCCC 2007) hat Deutschland für die Walddefinition folgende spezifische Parameter festgesetzt:

Tabelle 313: Walddefinition in Deutschland

Parameter	Spannbreite (range)	Gewählter Wert (selected value)
Mindestflächengröße (minimum area of land)	0,05 – 1,00 ha	0,1 ha
Mindestüberschirmungsgrad (tree crown cover or equivalent stocking level)	10 – 30 %	10 %
Potenzielle Baumhöhe (potential tree height at maturity)	2 – 5 m	5 m

Innerhalb der in den Marrakesh Accords gesetzten Grenzen (s.o. range) kommen diese Werte der in der Bundeswaldinventur verwendeten Definition am nächsten. Untersuchungen haben gezeigt, dass der Vergleich zwischen Berechnungen der Aktivitätsdaten nach den oben aufgeführten Werten zu vernachlässigbaren Unterschieden führt.

Für die neuen Bundesländer fehlen die Daten der ersten Bundeswaldinventur. Aufgrund dieser Besonderheit wurde mit dem Projekt GSE Forest Monitoring (GSE 2003, GSE 2006, GSE 2007, GSE 2009) die Waldbedeckung und deren Veränderungen zwischen 1990 und 2002 bzw. 2005/2006 anhand von Karten entwickelt. Die dabei verwendete Walddefinition basiert jedoch auf der international anerkannten Definition der FAO mit einer Mindestflächengröße von 0,5 ha (siehe auch OEHMICHEN et al. (2011b)). Die dem TI zur Verfügung stehenden Originaldaten weisen jedoch auch unterhalb der Schwelle von 0,5 ha Flächen und Flächenveränderungen bis zur Pixelgröße von 25m x 25m aus, so dass hier eine zur BWI vergleichbare „Minimum Mapping Unit“ erreicht wird (siehe auch Kapitel 7.1.3.2.1).

Nach UNFCCC (1998) werden Flächen den Klassen Aufforstung und Entwaldung zugeordnet, wenn sie seit 1990 aufgeforstet bzw. entwaldet wurden. Diese Flächen bleiben bis zum Ende der Verpflichtungsperiode in diesen Klassen, was einen kontinuierlichen Anstieg der Flächen bedingt. Bei aufgeforsteten Flächen ist gem. GPG LULUCF (IPCC 2003) nochmal zu unterscheiden zwischen Flächen, die nicht geerntet bzw. durch natürliche Störereignisse entwaldet sind (subject to Art. 3.3) und denen die geerntet bzw. aufgrund natürlicher Ereignisse entwaldet sind (subject to Art. 3.3 that would otherwise be subject to Art. 3.4). In Deutschland existieren jedoch keine Flächen, die nach 1990 aufgeforstet und bis jetzt schon wieder geerntet wurden. Kurzumtriebsplantagen werden unter der Treibhausgasberichterstattung nicht als Wald erfasst (vgl. Kapitel 7.2.3.1).

Generell gilt in Deutschland das Wiederaufforstungsgebot (vgl. § 11 (1) S. 2 BWaldG), wonach kahlgeschlagene Waldflächen oder verlichtete Waldbestände wieder aufzuforsten oder zu ergänzen sind. Flächen, die seit 1990 aufgeforstet wurden und aufgrund von Naturkatastrophen kurzzeitig keine Bestockung aufweisen fallen also weiterhin unter die Walddefinition und müssen wiederaufgeforstet werden. Entwaldung durch Naturkatastrophen gibt es in Deutschland nicht.

11.1.2 Gewählte Aktivitäten unter Artikel 3, Absatz 4 des Kyoto-Protokolls

Deutschland hat entsprechend dem Eröffnungsbericht des Kyoto-Protokolls die Option der Anrechnung forstlicher Tätigkeiten (*forest management*) nach Artikel 3, Absatz 4 des Kyotos-Protokolls gewählt.

11.1.3 Beschreibung wie die Definitionen aller Aktivitäten nach Artikel 3.3 und aller gewählten Aktivitäten nach Artikel 3.4 umgesetzt und im Zeitverlauf konstant angewandt wurden

Die Definitionen von Neu- und Wiederaufforstung sowie Entwaldung werden entsprechend der Marrakesh Accords verwendet. Danach wird Aufforstung definiert als „die direkte vom Mensch induzierte Umwandlung von Flächen, die für einen Zeitraum von mindestens 50 Jahren nicht bewaldete waren, zu bewaldeten Flächen durch Pflanzung, Aussaat und / oder vom Mensch induzierte Förderung der natürlichen Bestockung (Sukzession)¹⁰⁸.“ Die Wiederaufforstung unterscheidet sich von der Neuaufforstung lediglich durch den Zeitpunkt der letzten Bewaldung, da die Flächen, die nach IPCC als neu aufgeforstet anzusehen sind, seit dem 31.12.1989 nicht bewaldet waren¹⁰⁹. Da der Zeitpunkt der Berichterstattung für Deutschland mit dem Basisjahr 1990 beginnt und eine ausreichende Datengrundlage zur Abgrenzung der Landnutzungsformen erst ab 1970 vorhanden ist, werden hier Neu- und Wiederaufforstung zusammengefasst betrachtet (im Folgenden als Aufforstung bezeichnet). Darunter wird die Ansiedlung von Bäumen auf aufgelassenem bewirtschaftetem Land verstanden, insofern die Verjüngung in ausreichendem Maße vorhanden ist, um Wald gemäß der nationalen Walddefinition werden zu können. Der Zeitpunkt der Neuaufforstung ist im Allgemeinen der Punkt, an dem die erste Aktivität des Regenerationsprozesses durchgeführt wurde. Im Fall einer spontanen Regeneration von Bäumen ist der Zeitpunkt der Aufforstung der, wenn die nationalen Bedingungen zur Erfüllung der Walddefinition eingetreten sind, also wenn die Bestockung ein durchschnittliches Alter von fünf Jahren erreicht hat und mindestens 50 % der Fläche bestockt sind (vgl. Kapitel 7.2.3.1).

Die Kategorie Aufforstung entspricht den folgenden Kategorien nach der Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention:

¹⁰⁸ Original “Afforestation is the direct human-induced conversion of land that has not been forested for a period of at least 50 years to forested land through planting, seeding and/or the human-induced promotion of natural seed sources”, Annex A Paragraph 1 lit. b to Decision 16/CMP.1 (FCCC/KP/2005/8/Add.3, page 5).

¹⁰⁹ IPCC LULUCF GPG (2003), Section 4.2.5.1.

Tabelle 314: Aufforstung in KP- und UNFCCC-Kategorien

Kategorie unter KP-Berichterstattung	Kategorie nach UNFCCC	
Aufforstung nach Art. 3.3 KP	5.A.2.1 Ackerland zu Wald	
	5.A.2.2. Grünland zu Wald	5.A.2.2.1 Grünland i.e.S. zu Wald 5.A.2.2.2 Gehölze zu Wald
	5.A.2.3. Feuchtgebiete zu Wald	5.A.2.3.1 Terrestrische Feuchtgebiete zu Wald 5.A.2.3.2 Gewässer zu Wald
	5.A.2.4. Siedlungen zu Wald	
	5.A.2.5. Sonstige Flächen zu Wald	

Entwaldung wird nach IPCC als „die direkte vom Mensch induzierte Umwandlung von Waldflächen in Nichtwaldflächen“¹¹⁰ definiert. Nicht als Entwaldung gilt das Ernten von Waldflächen, die danach wieder verjüngt werden, da dieser Vorgang gemäß Art. 3.4 zur Waldbewirtschaftung zählt. Nicht als entwaldet in diesem Sinne gelten ebenfalls die Flächen, die durch natürliche Störereignisse wie Waldbrände, Insektenkalamitäten oder Stürme vorübergehend unbestockt sind, da derartige Flächen von sich aus oder durch waldbauliche Maßnahmen wiederbewaldet werden¹¹¹. Auch diese Flächen fallen unter bewirtschaftete Flächen nach Art. 3.4 oder, wenn es sich um aufgeforstete Flächen handelt, in die Kategorie der aufgeforsteten Flächen nach Art. 3.3.

Finden auf derartigen vorübergehend unbestockten Flächen seit 1990 menschliche Aktivitäten, wie Straßen-, Siedlungsbau oder andere Landnutzungsarten (Bewirtschaftung von Grünland oder Feuchtflächen) statt, so dass eine Wiederbewaldung der Flächen durch die Änderung der Landnutzung ausgeschlossen wird, so sind diese Flächen entsprechend IPCC auch als entwaldet anzusehen.

Die Kategorie Entwaldung entspricht den folgenden Kategorien nach der Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention; (NO, not occurring):

Tabelle 315: Entwaldung in KP- und UNFCCC-Kategorien

Kategorie unter KP-Berichterstattung	Kategorie nach UNFCCC	
Entwaldung nach Art. 3.3 KP	5.B.2.1. Wald zu Ackerland	
	5.C.2.1. Wald zu Grünland	5.C.2.1.1 Wald zu Grünland i.e.S. 5.C.2.1.2 Wald zu Gehölze
	5.D.2.1. Wald zu Feuchtgebiete	5.D.2.1.1 Wald zu Terrestrische Feuchtgebiete 5.D.2.1.2 Wald zu Gewässer
	5.E.2.1. Wald zu Siedlungen	
	5.F.2.1. Wald zu Sonstigen Flächen	(NO)

In Deutschland werden alle Waldflächen, die seit 1990 Wald sind, als bewirtschaftet im Sinne der Marrakesh Accords¹¹² angesehen und unter *forest management* nach Art. 3.4 KP berichtet. Eine ausführliche Begründung findet sich in Kapitel 11.5.1.

¹¹⁰ Original „Deforestation is the direct human-induced conversion of forested land to non-forested land“, Annex A No 1 lit. d FCCC/CP/2001/15/Add.1, page 58.

¹¹¹ Vgl. IPPC LULUCF GPG (2003), Section 4.2.6.1.

¹¹² Paragraph 1 lit. f des Annex A der Decision 16/CMP.1

Tabelle 316: Waldbewirtschaftung in KP- und UNFCCC-Kategorien

Kategorie unter KP-Berichterstattung	Kategorie nach UNFCCC
Waldbewirtschaftung nach Art. 3.4 KP	5.A.1 verbleibende Waldfläche

Da jede Landnutzungsänderung hin zu Wald als Aufforstung, jede Landnutzungsänderung von Wald in eine andere Landnutzungsart als Entwaldung und alle Waldflächen, die nicht Neuwald sind als bewirtschaftet betrachtet werden, ist eine Änderung hinsichtlich der Anwendung der Definitionen über die Zeit ausgeschlossen.

11.1.4 Beschreibung der vorrangigen Bedingungen und/oder der Hierarchie unter den Aktivitäten nach Artikel 3.4, und wie sie konstant auf die Bestimmung der Landklassifizierung angewandt wurden

Da Deutschland unter Art. 3.4 KP nur die Aktivität *forest management* gewählt hat, ist das Festlegen einer Hierarchie nicht erforderlich. Gemäß der Vorgaben der GPG LULUCF (2003)¹¹³ kann Waldbewirtschaftung nur auf Flächen stattfinden, die Wald sind. Die unter FM berichteten Waldflächen, sind die nach der Konvention unter *forest land remaining forest land* berichteten Waldflächen. Der gesamte deutsche Wald wird als bewirtschaftet im Sinne der Vorgaben der Marrakesh Accords angesehen. Die Definition der Waldbewirtschaftung wird weit auslegt (siehe dazu ausführlich Kapitel 11.5.1).

11.2 Landbezogene Informationen

11.2.1 Methode, die für die Bestimmung der Flächengröße nach Artikel 3.3 genutzt wird

Die verwendete Methodik zur Herleitung der Aktivitätsdaten (Flächen) ist in Kapitel 7.1.3 beschrieben. Sie entspricht der Berichtsmethode 1 nach den GPG for LULUCF (IPCC 2003), wobei die flächige Bezugseinheit Deutschland ist. Die Flächen der Landnutzungsart Wald und deren Zu- und Abgänge werden vorrangig aus den Punktdaten der Bundeswaldinventuren hergeleitet (BMELV 2005). Für die neuen Bundesländer werden die BWI-Daten mit den Daten des Projektes GSE FM-INT (GSE 2003, GSE 2006, GSE 2007, GSE 2009) (vgl. auch Kapitel 7.2.2 und 7.2.3) ergänzt.

11.2.2 Methodik, die zur Entwicklung der Landübergangsmatrix benutzt wird

Die Bestimmung der Waldfläche und die Herleitung der Flächen für die Veränderungsklassen sind ausführlich in Kapitel 7.1.3 und 7.2.3.2 beschrieben. In Tabelle 317 sind die Landnutzungsänderungen zu Waldflächen (Aufforstung), von Waldflächen (Entwaldung) und die bewirtschafteten Flächen (Forest Management) für den Zeitraum 1990 bis 2011 zusammengefasst. Dabei bleiben Umwandlungsflächen bis zum Ende der Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls 2012 in der Umwandlungsklasse, weshalb die jährlichen Flächen akkumuliert werden. Neben den akkumulierten Flächen, wie sie in der Berichterstattung verwendet werden, sind diesen in der Tabelle 317 die jährlichen Flächen gegenübergestellt.

¹¹³ IPCC LULUCF GPG (2003), Section 4.1.2

Tabelle 317: Flächen der Kategorien Aufforstung, Entwaldung und Waldbewirtschaftung von 1990 bis 2011

Jahr	Afforestation/ Reforestation (KP 3.3) [kha]		Deforestation (KP 3.3) [kha]		Forest Management (KP 3.4) [kha]	
	[kha]	jährliche Flächen	[kha]	jährliche Flächen	[kha]	jährliche Flächen
1990	28,086	28,086	15,142	15,142	10.738,559	10.738,559
1991	56,173	28,086	30,284	15,142	10.723,418	10.751,504
1992	84,259	28,086	45,426	15,142	10.708,276	10.764,448
1993	112,346	28,086	60,568	15,142	10.693,134	10.777,393
1994	140,432	28,086	75,710	15,142	10.677,992	10.790,338
1995	168,519	28,086	90,852	15,142	10.662,850	10.803,282
1996	196,605	28,086	105,994	15,142	10.647,708	10.816,227
1997	224,692	28,086	121,136	15,142	10.632,566	10.829,171
1998	252,778	28,086	136,278	15,142	10.617,424	10.842,116
1999	280,865	28,086	151,420	15,142	10.602,282	10.855,060
2000	308,951	28,086	166,562	15,142	10.587,140	10.868,005
2001	318,630	9,679	170,166	3,604	10.583,536	10.892,487
2002	328,309	9,679	173,769	3,604	10.579,932	10.898,562
2003	337,988	9,679	177,373	3,604	10.576,328	10.904,637
2004	347,667	9,679	180,977	3,604	10.572,724	10.910,712
2005	357,346	9,679	184,581	3,604	10.569,121	10.916,787
2006	363,117	5,771	187,963	3,382	10.565,738	10.923,084
2007	368,889	5,771	191,345	3,382	10.562,356	10.925,473
2008	374,660	5,771	194,728	3,382	10.558,974	10.927,862
2009	376,019	1,359	196,516	1,788	10.557,185	10.931,845
2010	377,378	1,359	198,305	1,788	10.555,397	10.931,416
2011	378,737	1,359	200,093	1,788	10.553,608	10.930,986

11.2.3 Karten und/oder Datenbanken zur Bestimmung der geografischen Position von Flächen und das zugehörige Identifizierungssystem

Zur Ermittlung der Aktivitätsdaten wurden folgende Datenquellen benutzt:

- Bundeswaldinventur 1 (BWI 1)
- Bundeswaldinventur 2 (BWI 2)
- Inventurstudie 2008 (IS08)
- Datenspeicher Waldfonds (DSWF)
- Bodenzustandserhebung im Wald I (BZE I)
- Bodenzustandserhebung im Wald II (BZE II)
- Bodeninventurdaten von dem Projekt BioSoil (BioSoil)
- GSE Forest Monitoring: Inputs für die Treibhausgasberichterstattung (GSE FM-INT)
- Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS®)
- CORINE Land Cover (CLC)
- Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:1.000.000 (BÜK 1000)
- Waldbrandstatistik der Bundesrepublik Deutschland
- Düngemittelstatistik vom Statistischen Bundesamt

Ausführliche Beschreibungen zu den Datenquellen finden sich im Kapitel 7.2.2 und 7.1.3.2.1.

11.3 Aktivitätsspezifische Informationen

11.3.1 Methoden für Kohlenstoffbestandsänderung, Treibhausgasemissionen und Abbauschätzungen

11.3.1.1 Beschreibung der Methoden und der angewandten, zugrundeliegenden Annahmen

11.3.1.1.1 Zusammenfassung

Die meisten methodischen Beschreibungen finden sich im Kapitel 7, in dem die Berichterstattung für die Klimarahmenkonvention abgehandelt wird. Wie im Kapitel 11.1.3 beschrieben, sind die Kategorien Waldbewirtschaftung und Aufforstung im Kyoto-Protokoll den Kategorien 5.A.1 verbleibende Waldfläche und 5.A.2 Flächenumwandlungen zu Wald bei der Klimarahmenkonvention gleichzusetzen. In den folgenden Kapiteln wird deshalb für diese Kategorien meist auf das Kapitel 7 verwiesen und nur für die Entwaldung methodische Beschreibungen ergänzt.

In dem Zeitraum von 1987 bis 2002 konnte in den alten Bundesländern und von 2002 bis 2008 in allen Bundesländern eine Hochrechnung auf Basis der Einzelbaumdaten aus den Bundeswaldinventuren und der Inventurstudie 2008 (Stichproben, Tier 2) durchgeführt und die C-Vorräte für die Entwaldungsflächen abgeschätzt werden (siehe Kapitel 11.3.1.1.2). Die C-Vorräte der alten Bundesländer in dieser Kategorie zwischen 1987 und 2002 wurden auf die Entwaldungsflächen in den neuen Bundesländern übertragen, da der Datenspeicher Waldfonds diesbezüglich keine Informationen bereitstellt. Die C-Emission, die diesen Flächen zugeordnet wird, liegt aber, bedingt durch den aufstockenden Vorrat, höher als die C-Aufnahme durch die Neuwaldflächen. Insgesamt ging in dieser Kategorie aus der Biomasse (ohne Biomasse der umgewandelten Fläche) ein Kohlenstoffvorrat im Jahr 2011 von ca. -32,63 Mg ha⁻¹ verloren. Vereinfachend wurde angenommen, dass der C-Vorrat im Jahr der Umwandlung in die Atmosphäre emittiert wird.

Die aus Biomasseverlusten und der im jeweiligen Jahr seit 1987 errechneten Fläche abgeleiteten Emissionsfaktoren nehmen für die Kyoto-Berichterstattung von 1990 bis 2011 kontinuierlich ab. Dies ist ausschließlich darauf zurückzuführen, dass die Flächen ab 1990 in der Kategorie Entwaldung verbleiben und sich die Fläche hierdurch in jedem Berichtsjahr vergrößert. In Tabelle 318 ist am Beispiel der abnehmenden oberirdischen Biomasse bei Entwaldung dieser Effekt abgebildet.

Tabelle 318: Jährliche und akkumulierte Entwaldungsflächen und jährlicher und Implied Emissionsfaktor für die oberirdische Biomasse des Waldes; positiv: C-Senke; negativ: C-Emission

	1990	2000	2005	2008	2011
Jährliche Entwaldungsfläche [ha]	15.142	15.142	3.604	3.382	1.788
Jährlicher Emissionsfaktor [MgC/ha]	-26,8920	-26,8920	-23,8482	-23,8482	-23,8482
Akkumulierte Entwaldungsfläche [ha]	15.142	166.562	184.581	194.728	200.093
Implied Emissionsfaktor [MgC/ha]	-26,8920	-2,4447	-0,4656	-0,4142	-0,2132

Eine detailliertere Betrachtung der C-Vorräte zwischen den 5 Entwaldungs-LULUCF-Kategorien (5.B.1 bis 5.F.1) wurde nicht vorgenommen, da die Anzahl der Stichprobenelemente hierfür zu gering ist und somit eine „Scheingenauigkeit“ suggeriert werden würde, welche im Stichprobenfehler und in den weiteren Fehlerkategorien untergehen würde. Deshalb wird für die abnehmende Biomasse für alle

Landnutzungskategorien ein einheitlicher Emissionsfaktor, basierend auf dem Gesamtkohlenstoffvorrat und Gesamtentwaldungsfläche, verwendet.

Neben dem Verlust der Biomasse bei Entwaldungen kommen noch Verluste bei Totholz, Streu, mineralischen und organischen Böden hinzu. Bei Biomasse, Totholz und Streu wird angenommen, dass sie im Jahr der Umwandlung als Emission emittiert werden. Die Emission aus organischen Böden findet jedes Jahr auf der gesamten Entwaldungsfläche statt und für mineralische Böden wird eine Übergangszeit von 20 Jahren angenommen. Eine Übersicht über die Kohlenstoffverluste bei Entwaldung ab 2008 gibt Tabelle 319. Die Abnahme der Kohlenstoffvorräte für die Biomasse, Totholz und die Streu zwischen 2008 und 2009 resultieren aus der Abnahme der jährlichen Entwaldungsfläche.

Tabelle 319: Entwaldungsflächen und Kohlenstoffvorratsverluste aus Biomasse (mit Biomasse der umgewandelten Fläche), Totholz, Streu und mineralischen und organischen Böden bei der Entwaldung ab dem Jahr 2008; positiv: C-Senke; negativ: C-Emission

Pool	Kohlenstoffvorratsverlust [Gg]			
	2008	2009	2010	2011
Biomasse	-54,331	-19,618	-19,700	-19,624
Totholz	-10,977	-5,972	-6,140	-6,307
Streu	-59,799	-31,531	-31,442	-31,352
Mineralische Böden	85,435	85,788	78,382	71,140
Organische Böden	-51,150	-51,356	-51,532	-51,669
Summe	-90,822	-22,689	-30,431	-37,811
Entwaldungsfläche [ha]				
jährliche	3.382	1.788	1.788	1.788
akkumulierte	194.728	196.516	198.305	200.093

11.3.1.1.2 Biomasse

Informationen zum methodischen Vorgehen bei der Berechnung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen in der ober- und unterirdischen Biomasse finden sich in den folgenden Kapiteln:

- Verbleibende Waldfläche siehe Kapitel 7.2.4.1.1.
- Neuwaldfläche siehe Kapitel 7.2.4.1.2.

Entwaldungsflächen:

Für die Entwaldungsflächen erfolgte auf Basis der BWI 1, BWI 2 und IS08 eine Einzelbaumberechnung. Zwischen der BWI 1 und BWI 2 fanden nur Bäume in den alten Bundesländern Berücksichtigung, da die BWI 1 nur dort durchgeführt wurde. Für die neuen Bundesländer wurden die Holzvorräte der alten Bundesländer verwendet. Der Emissionsfaktor für den Zeitraum 1990 bis 2001 für die abnehmende ober- und unterirdische Biomasse beträgt $34,86 \text{ Mg C ha}^{-1}$. Ab 2002 konnte eine Einzelbaumberechnung zwischen BWI 2 und IS08 für Gesamtdeutschland durchgeführt werden. Der Emissionsfaktor für den Zeitraum 2002 bis 2011 für die abnehmende ober- und unterirdische Biomasse beträgt $32,63 \text{ Mg C ha}^{-1}$. Die Vorräte der nachfolgenden Nutzungsklassen wurden abgezogen und somit berücksichtigt. Die bei der Entwaldung freiwerdenden Kohlenstoffvorräte werden im selben Jahr vollständig als Emission gezählt.

Weiterführende methodische Beschreibungen finden sich wie folgt:

- Herleitung der Einzelbaumbiomasse siehe Kapitel 7.2.4.1.3.
- Konvertierung in oberirdische Einzelbaumbiomasse siehe Kapitel 7.2.4.1.4.
- Konvertierung in unterirdische Biomasse siehe Kapitel 7.2.4.1.5.
- Konvertierung der Einzelbaumbiomasse in Kohlenstoff siehe Kapitel 7.2.4.1.6.
- Hochrechnungsalgorithmen für den Zustand von 1987, 2002, 2008 siehe Kapitel 7.2.4.1.7.
- Hochrechnungsalgorithmen für die Veränderung zwischen 1987 und 2002 bzw. 2002 und 2008 (Herleitung der Vorratsveränderung nach der „Stock-Change-Method“) siehe Kapitel 7.2.4.1.8.
- Interpolation der Zeiträume hin zu jährlichen Veränderungsschätzungen siehe Kapitel 7.2.4.1.9.

11.3.1.1.3 Totholz

Informationen zum methodischen Vorgehen bei der Berechnung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen im Totholz finden sich in den folgenden Kapiteln:

- Verbleibende Waldfläche siehe Kapitel 7.2.4.2.1.
- Neuwaldfläche siehe Kapitel 7.2.4.2.2.

Entwaldungsflächen:

Für die Berechnung des Totholzes auf Entwaldungsflächen wurden die Daten der BWI 2 und der Inventurstudie 2008 (IS08) verwendet. Danach beträgt der mittlere Kohlenstoffvorrat im Totholz zum Zeitpunkt 2002 (BWI 2) $2,68 \text{ Mg ha}^{-1}$ und zum Zeitpunkt 2008 (IS08) $3,25 \text{ Mg ha}^{-1}$. Für die Jahre von 2003 bis 2007 wurden die Vorräte durch Interpolation der Zustandsdaten zum Zeitpunkt 2002 und 2008 hergeleitet. Von 1990 bis 2001 und ab 2009 erfolgte die Herleitung durch Extrapolation derselben Zustandsdaten. Die C-Vorräte im Totholz für das entsprechende Jahr werden bei der Entwaldung sofort als C-Emission berücksichtigt.

11.3.1.1.4 Streu

Informationen zum methodischen Vorgehen bei der Berechnung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen in der Streu finden sich in den folgenden Kapiteln:

- Verbleibende Waldfläche siehe Kapitel 7.2.4.3.1.
- Neuwaldflächen siehe Kapitel 7.2.4.3.2.

Entwaldungsflächen:

Für die Berechnung der Streuauflage wurden die Zustandsdaten der BZE I und die Zustandsdaten der BZE II / BioSoil-Inventur verwendet. Danach beträgt der mittlere Kohlenstoffvorrat in der Streu zum Zeitpunkt 1990 (BZE 1) $18,58 \text{ Mg ha}^{-1}$ und zum Zeitpunkt 2006 (BZE II / BioSoil) $17,78 \text{ Mg ha}^{-1}$. Für die Jahre von 1991 bis 2005 werden die Vorräte durch Interpolation der Zustandsdaten zum Zeitpunkt 1990 und 2006 hergeleitet und ab 2007 durch Extrapolation. Die C-Vorräte in der Streu für das entsprechende Jahr werden bei der Entwaldung sofort als C-Emission berücksichtigt.

Weiterführende methodische Beschreibungen finden sich wie folgt:

- Herleitung der Streuvorräte von 1990 (BZE I) und 2006 (BZE II) siehe Kapitel 7.2.4.3.3

- Herleitung der Kohlenstoffvorratsveränderung in der Streu in dem Zeitraum von 1990 (BZE I) bis 2006 (BZE II/BioSoil) siehe Kapitel 7.2.4.3.4.

11.3.1.1.5 Mineralische Böden

- Informationen zum methodischen Vorgehen bei der Berechnung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen in den mineralischen Böden der verbleibenden Waldfläche finden sich im Kapitel 7.2.4.4.1

Aufforstungs- und Entwaldungsflächen:

Die Kohlenstoffvorratsänderungen in Mineralböden infolge von Landnutzungsänderung werden für jede Landnutzungsänderungskategorie als Differenz des Kohlenstoffvorrates der Zielnutzungskategorie und des Kohlenstoffvorrates der Ursprungskategorie berechnet. Die Gesamtänderung wird gemäß IPCC-Default (IPCC 1996b, 2003, 2006) auf einen Zeitraum von 20 Jahren linear verteilt (siehe Kapitel 7.1.5). Für Aufforstungs- und Entwaldungsflächen wurden die Kohlenstoffänderungen in den mineralischen Böden entsprechend Tabelle 320 und Kapitel 19.5.2 berechnet. Dabei werden die Kohlenstoffvorräte des Waldbodens für das entsprechende Jahr durch lineare Interpolation der C-Vorräte der Bodenzustandserhebungen erhoben.

Tabelle 320: Implizite Emissionsfaktoren (IEF) [$\text{Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$] für mineralische Böden der Quellkategorien Aufforstung und Entwaldung (negativ = Verlust, positiv = Speicherung)

[MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
KP 3.3 Afforestation/Reforestation	-0,56574	-0,55901	-0,55228	-0,54555	-0,53882	-0,53209	-0,52537	-0,51864	-0,51191	-0,50518
KP 3.3 Deforestation	0,54149	0,53490	0,52831	0,52172	0,51513	0,50854	0,50195	0,49536	0,48877	0,48218
[MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
KP 3.3 Afforestation/Reforestation	-0,4984	-0,49066	-0,48292	-0,47525	-0,46763	-0,46005	-0,45749	-0,45480	-0,45198	-0,45130
KP 3.3 Deforestation	0,47559	0,47438	0,47296	0,47134	0,46954	0,46757	0,46686	0,46594	0,46485	0,46248
[MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	2010	2011								
KP 3.3 Afforestation/Reforestation	-0,40864	-0,36722								
KP 3.3 Deforestation	0,41870	0,37659								

Weiterführende methodische Beschreibungen finden sich wie folgt:

- Herleitung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen siehe Kapitel 7.2.4.4.3.
- Ergebnisse der Herleitung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen siehe Kapitel 7.2.4.4.4.

11.3.1.1.6 Organische Böden

Informationen zum methodischen Vorgehen bei der Berechnung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen in den organischen Böden finden sich in den folgenden Kapiteln:

- Verbleibende Waldfläche siehe Kapitel 7.2.4.5.1
- Neuwaldflächen siehe Kapitel 7.2.4.5.2

Entwaldungsflächen:

- Für Entwaldungsflächen wurden die Kohlenstoffänderungen in den organischen Böden gemäß Tabelle 321 und Kapitel 7.1.6 berechnet. Der flächengewichtete Emissionsfaktor für die Entwaldung des Jahres 2011 beträgt $-4,619 \text{ Mg C ha}^{-1}$. Dabei ist zu beachten, dass hier nicht die Differenz zwischen Wald und der Nachnutzung berechnet wird, sondern entsprechend der Drainage-Intensität die Emission der neuen Nutzung. Organische Böden unter Wald emittieren bereits $0,68 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Tabelle 321: Emissionsfaktoren für organische Böden der Entwaldungskategorien (negativ = Verlust, positiv = Speicherung)

Landnutzungsänderung	Emissionsfaktor [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]
Forest Land converted to Cropland	-11,00
Forest Land converted to Grassland	-5,00
Forest Land converted to Woody gl.	-0,68
Forest Land converted to Wetlands	0,00
Forest Land converted to Water	0,00
Forest Land converted to Settlements	-5,00
Forest Land converted to Other land	0,00

11.3.1.1.7 Sonstige Treibhausgasemissionen aus Wäldern

Informationen zur Berechnung sonstiger Treibhausgasemissionen aus Wäldern finden sich in den folgenden Kapiteln:

- Kalkung siehe Kapitel 7.2.4.6.1.
- Waldbrand siehe Kapitel 7.2.4.6.2.
- Drainage siehe Kapitel 7.2.4.6.3.
- Landnutzungsänderung von Wald zu Ackerland siehe Kapitel 7.2.4.6.4.

11.3.1.2 Begründung bei Nichtberücksichtigung eines Kohlenstoffpools oder Treibhausgasemissionen/ Abbau von Aktivitäten nach Artikel 3.3 und gewählten Aktivitäten nach Artikel 3.4

Auf Neuwaldflächen ist kein Totholz vorhanden. Der Totholz-Pool kann daher keine Quelle werden, weshalb in den CRF-Tabellen NO (not occurring) eingetragen wird. Eine ausführliche Begründung für das Vorgehen findet sich in Kapitel 7.2.4.2.2.

Eine Düngung von Waldflächen mit mineralischem Dünger gibt es in Deutschland nicht. Deshalb ist bei der Düngung mit mineralischem Dünger in den CRF-Tabellen NO (not occurring) eingetragen.

Es sind keine Flächen mit mineralischen Böden die der Drainage unterliegen bekannt, weshalb in den CRF-Tabellen NO (not occurring) übernommen wird (siehe Kapitel 7.2.4.6.3).

11.3.1.3 Informationen ob indirekte oder natürliche Treibhausgase und Abbau ausgeklammert wurden oder nicht

Es wurden keine indirekten oder natürlichen Treibhausgasemissionen oder –senken berücksichtigt.

11.3.1.4 Änderungen in den Daten und Methoden seit der letzten Einreichung (Rückrechnungen)

Im Rahmen der Berichterstattung wurden neue Datenquellen und Methoden berücksichtigt und für ausgewählte Zeitreihen eine Rückrechnung durchgeführt. Folgende Änderungen wurden durchgeführt: Für die Aktivitätsdaten wurde der aktuelle Datensatz des Basis-DLM (2011) für die Herleitung der Flächen berücksichtigt. Dadurch wurde eine Rekalkulation der Jahre 2009 und 2010 notwendig. Die Flächenänderungen und eine Gegenüberstellung mit den Flächen der Submission 2012 ist in Tabelle 322 zu finden. Alle Flächenänderungen in den Kategorien Aufforstung, Entwaldung und Waldbewirtschaftung liegen unter 1 %. Weiterführende methodische Beschreibungen zur Erstellung der Landnutzungsmatrix finden sich im Kapitel 7.1.3.

Tabelle 322: Gegenüberstellung der Änderungen der in den Submissionen 2012 und 2013 berichteten Landflächenmatrix für die Kyoto-Berichterstattung [kha]

[kha]	2009	2010
Aufforstung 2013	376,019	377,378
Aufforstung 2012	375,802	376,944
Entwaldung 2013	196,516	198,305
Entwaldung 2012	195,767	196,806
Waldbewirtschaftung 2013	10.557,185	10.555,397
Waldbewirtschaftung 2012	10.557,935	10.556,895

Für die Landnutzungskategorie Aufforstung und Entwaldung (KP 3.3) wurden für die folgenden Pools Rekalkulationen durchgeführt:

- Durch die finalen Daten der Bodenzustandserhebung (BZE) im Wald wurden die Emissionsfaktoren für die mineralischen Böden angepasst. Weiterführende Informationen sind im Kapitel 7.2.4.4 zu finden.
- Für den Pool Biomasse sind die Emissionsfaktoren für die Zunahme bzw. Abnahme im Wald konstant geblieben, aber durch eine Anpassung der Biomasse-Emissionsfaktoren bei den ausgehenden bzw. finalen Landnutzungskategorien wurde eine Rekalkulation notwendig (siehe Kapitel 7.1.7).
- Wie bei dem Pool mineralische Böden standen auch für den Pool Streu der aktuellen Submission die finalen Daten der BZE zur Verfügung. Deswegen wurde ebenfalls die Zeitreihe neu berechnet. Einzelheiten zu den Daten und der verwendeten Methode finden sich im Kapitel 7.2.4.3.

Für die Aufforstung sind in Tabelle 323 und für die Entwaldung in Tabelle 324 die Zeitreihen der aktuellen Submission der vorjährigen gegenübergestellt.

Tabelle 323: Vergleich der in den Submissionen 2012 und 2013 berichteten Emissionen [Gg CO₂] aus Aufforstungen A/R (KP 3.3)

[Gg CO ₂ a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Mineralböden 2013	54,642	107,983	160,025	210,768	260,210	308,353	355,196	400,740	444,983	487,927
Mineralböden 2012	29,369	58,738	88,107	117,475	146,844	176,213	205,582	234,951	264,320	293,689
Oberirdische Biomasse 2013	858,524	546,170	214,992	-85,378	-416,302	-730,684	-1.043,685	-1.360,190	-1.682,863	-1.996,701
Oberirdische Biomasse 2012	857,959	545,551	214,281	-85,903	-416,920	-731,239	-1.044,233	-1.360,668	-1.683,292	-1.997,117
Unterirdische Biomasse 2013	303,124	196,385	85,423	-17,054	-126,740	-233,163	-339,492	-445,895	-553,981	-660,200
Unterirdische Biomasse 2012	297,170	190,376	79,380	-23,030	-132,747	-239,143	-345,482	-451,845	-559,901	-666,126
Streu 2013	-47,836	-95,414	-142,735	-189,799	-236,605	-283,154	-329,445	-375,479	-421,255	-466,774
Streu 2012	-49,973	-99,720	-149,243	-198,540	-247,612	-296,458	-345,079	-393,475	-441,646	-489,591
[Gg CO ₂ a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Mineralböden 2013	529,571	537,917	545,807	553,240	560,216	566,736	572,891	578,774	584,383	585,672
Mineralböden 2012	323,058	329,952	336,391	342,327	347,702	352,451	356,370	360,027	363,377	361,868
Oberirdische Biomasse 2013	-2.320,017	-3.402,777	-3.520,380	-3.639,153	-3.728,643	-3.844,246	-3.874,817	-3.938,552	-4.001,059	-4.236,063
Oberirdische Biomasse 2012	-2.320,363	-3.402,853	-3.520,484	-3.639,533	-3.728,726	-3.844,341	-3.874,891	-3.938,592	-4.001,096	-4.247,744
Unterirdische Biomasse 2013	-768,720	-1.143,159	-1.182,004	-1.221,300	-1.253,310	-1.291,102	-1.301,287	-1.322,965	-1.344,220	-1.421,635
Unterirdische Biomasse 2012	-774,602	-1.143,780	-1.182,628	-1.222,060	-1.253,940	-1.291,726	-1.302,591	-1.324,255	-1.345,511	-1.426,381
Streu 2013	-512,035	-526,616	-541,108	-555,511	-569,826	-584,052	-591,821	-599,536	-607,199	-607,678
Streu 2012	-537,311	-552,866	-568,344	-583,744	-599,066	-614,311	-622,776	-631,195	-639,568	-640,011
[Gg CO ₂ a ⁻¹]	2010									
Mineralböden 2013	532,255									
Mineralböden 2012	333,215									
Oberirdische Biomasse 2013	-4.252,181									
Oberirdische Biomasse 2012	-4.261,574									
Unterirdische Biomasse 2013	-1.426,964									
Unterirdische Biomasse 2012	-1.430,919									
Streu 2013	-608,144									
Streu 2012	-640,444									

Tabelle 324: Vergleich der in den Submissionen 2012 und 2013 berichteten Emissionen [Gg CO₂-Äquivalente] aus Entwaldung D (KP 3.3)

[Gg CO ₂ a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Mineralböden 2013	-28,367	-56,044	-83,031	-109,327	-134,932	-159,848	-184,073	-207,607	-230,451	-252,605
Mineralböden 2012	-14,943	-29,885	-44,828	-59,771	-74,714	-89,656	-104,599	-119,542	-134,484	-149,427
Oberirdische Biomasse 2013	746,292	742,651	748,196	738,706	744,127	741,475	738,150	736,534	737,928	735,011
Oberirdische Biomasse 2012	746,460	742,845	748,435	738,854	744,320	741,638	738,309	736,659	738,030	735,106
Unterirdische Biomasse 2013	187,012	186,697	188,442	186,046	187,169	186,699	186,183	185,703	186,045	185,475
Unterirdische Biomasse 2012	191,036	190,747	192,509	190,080	191,218	190,735	190,224	189,725	190,052	189,485
Streu 2013	1.031,572	1.028,796	1.026,020	1.023,244	1.020,468	1.017,692	1.014,916	1.012,140	1.009,364	1.006,588
Streu 2012	1.077,654	1.075,225	1.072,796	1.070,367	1.067,938	1.065,509	1.063,080	1.060,651	1.058,222	1.055,793
[Gg CO ₂ a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Mineralböden 2013	-274,068	-279,323	-284,423	-289,367	-294,156	-298,790	-303,760	-308,584	-313,262	-314,557
Mineralböden 2012	-164,370	-168,162	-171,980	-175,829	-179,713	-183,635	-187,974	-192,455	-197,105	-198,349
Oberirdische Biomasse 2013	736,720	241,139	201,532	202,243	200,523	200,970	145,429	145,344	145,206	50,562
Oberirdische Biomasse 2012	736,780	241,143	201,539	202,272	200,527	200,976	145,432	145,346	145,208	20,806
Unterirdische Biomasse 2013	186,028	62,509	73,477	73,667	73,253	73,318	54,058	54,042	54,007	21,370
Unterirdische Biomasse 2012	190,017	63,022	73,990	74,192	73,766	73,831	54,855	54,837	54,803	10,145
Streu 2013	1.003,812	238,250	237,589	236,928	236,268	235,607	220,502	219,882	219,262	115,613
Streu 2012	1.053,364	250,126	249,548	248,970	248,391	247,813	232,036	231,493	230,950	70,789
[Gg CO ₂ a ⁻¹]	2010									
Mineralböden 2013	-287,399									
Mineralböden 2012	-184,270									
Oberirdische Biomasse 2013	50,811									
Oberirdische Biomasse 2012	20,957									
Unterirdische Biomasse 2013	21,422									
Unterirdische Biomasse 2012	10,176									
Streu 2013	115,286									
Streu 2012	70,622									

Für die Landnutzungskategorie Waldbewirtschaftung (KP 3.4) gab es nur in dem Pool Streu eine Rekalkulation. Wie bei den Aufforstungen und Entwaldungen konnten durch die finalen Daten der BZE die Emissionsfaktoren (EF) angepasst werden. So hat sich der EF (1990-2011) für die Streu von 0 (Submission 2012) auf -0,05 Mg C ha⁻¹ geändert. Durch die finalen BZE-Daten wurden erstmals für den Pool mineralische Böden die Werte in die CRF-Tabellen übernommen. Der EF (1990-2011) für die mineralischen Böden beträgt 0,27 Mg C ha⁻¹. Weitere Informationen sind für die Streu im Kapitel 7.2.4.3 und für die mineralischen Böden Kapitel 7.2.4.4 zu finden.

11.3.1.5 Schätzung der Unsicherheiten

Die Bestimmung der Unsicherheiten für das Kyoto-Protokoll (KP) der Artikel 3.3 Aufforstung/Entwaldung und 3.4 Waldbewirtschaftung erfolgte gemäß den Vorgaben des IPCC (2000; IPCC–Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories). Bei Normalverteilung wird das 95 % Konfidenzintervall angegeben bzw. ± die Hälfte des 95 %-Konfidenzintervalls oder 1,96 x der Standardfehler in % vom Mittelwert. Bei unsymmetrischen Verteilungen, hier in der Regel logarithmisch normalverteilte Daten, werden die zu ermittelnden Abweichungen in % vom Lagemaß als obere und untere Schranke dargestellt. Im Falle der Unsicherheitenfortpflanzungsrechnung wurde in solch einem Fall, gemäß IPCC (2000), im Sinne einer konservativen Abschätzung, der Abstand zwischen dem Extremwert des schiefen Achsenabschnitts zum Lagemaß per Definition zur Hälfte des 95 %-Konfidenzintervalls erklärt. Die Ergebnisse der Unsicherheitenberechnung des KP 3.3/3.4-Inventars sind für alle Pools und Subkategorien in Tabelle 325 dargestellt. Die Gesamtunsicherheit beträgt demnach 22,15 %.

Weiterführende Informationen zu den Unsicherheiten finden sich für die Schätzung von Landnutzungsänderungsflächen im Kapitel 7.2.5.1, für die ober- und unterirdischen Biomasse im Kapitel 11.3.1.5.1, für die Streu und den mineralischen Böden im Kapitel 11.3.1.5.2 und Zusammenfassend für den LULUCF-Sektor im Kapitel 19.5.4.

Tabelle 325: Unsicherheiten für die Treibhausgasberichterstattung des Kyoto-Protokolls der Artikel 3.3 und 3.4

A	B	C	D	E	F	G	H	
Source category	Pool	Gas	Base year emissions [CO ₂ - eq.]	Year 2011 emissions [CO ₂ - eq.]	Activity data uncertainty (half the 95% confidence interval)	Emission factor uncertainty (half the 95% confidence interval)	Combined uncertainty (half the 95% confidence interval)	Combined uncertainty as % of total national emissions in year 2011
			Gg a ⁻¹	Gg a ⁻¹	%	%	%	%
KP 3.3 Afforestation/Reforestation	mineral soil	CO2	54,64	480,07	6,08	26,49	27,18	0,32
KP 3.3 Afforestation/Reforestation	organic soil	CO2	4,35	55,35	6,08	180,88	180,98	0,25
KP 3.3 Afforestation/Reforestation	above-ground biomass	CO2	858,52	-4267,06	6,08	98,07	98,26	10,37
KP 3.3 Afforestation/Reforestation	below-ground biomass	CO2	303,12	-1432,03	6,08	78,60	78,84	2,79
KP 3.3 Afforestation/Reforestation	litter	CO2	-47,84	-608,60	6,08	3,64	7,09	0,11
KP 3.3 Afforestation/Reforestation	dead wood	CO2	0	0	0	0	0	0
KP 3.3 Deforestation	mineral soil	CO2	-28,37	-260,85	8,36	26,49	27,78	0,18
KP 3.3 Deforestation	organic soil	CO2	15,01	189,45	8,36	30,26	31,39	0,15
KP 3.3 Deforestation	above-ground biomass	CO2	746,29	50,58	8,36	58,93	59,52	0,07
KP 3.3 Deforestation	below-ground biomass	CO2	187,01	21,37	8,36	51,14	51,82	0,03
KP 3.3 Deforestation	litter	CO2	1031,57	114,96	8,36	3,64	9,12	0,03
KP 3.3 Deforestation	dead wood	CO2	86,50	23,13	8,36	6,12	10,36	0,01
KP 3.3 Deforestation - disturbance	mineral soil	N2O	0	0,04	9,75	83,83	84,39	0,00
KP 3.4 Forest Management	mineral soil	CO2	-10400,89	-10228,02	1,34	65,33	65,35	16,53
KP 3.4 Forest Management	organic soil	CO2	579,97	554,21	1,34	180,88	180,89	2,48
KP 3.4 Forest Management	above-ground biomass	CO2	-47664,87	-12762,96	1,34	15,71	15,76	4,98
KP 3.4 Forest Management	below-ground biomass	CO2	-18746,05	-3683,13	1,34	24,22	24,26	2,21
KP 3.4 Forest Management	litter	CO2	1968,74	1934,83	1,34	125,4	125,41	6,00
KP 3.4 Forest Management	dead wood	CO2	-3691,29	-3627,72	1,34	60,43	60,45	5,42
KP 3.4 Forest Management - drainage	organic soil	N2O	67,99	64,97	1,34	264,71	264,71	0,43
KP 3.4 Forest Management - wildfires	wildfires	CH4	9,08	1,32	15,00	35,00	38,08	0,00
KP 3.4 Forest Management - wildfires	wildfires	N2O	2,08	0,30	15,00	35,00	38,08	0,00
KP 3.4 Forest Management - liming	liming	CO2	116,78	64,32	5,00	2,95	5,80	0,01
Total			-74547,63	-33315,47				22,15

11.3.1.5.1 Schätzung der Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für die Biomasse

Nach den in Kapitel 7.2.5.2 gemachten Angaben ergeben sich für die C-Veränderungsrechnung der lebenden Biomasse die in Tabelle 326 angegebenen Unsicherheiten. Dabei ist folgendes zu beachten:

- Für die Neuen Bundesländer konnten für den Zeitraum 1993 — 2002 keine Emissionsfaktoren für KP Afforestation/Reforestation und KP Deforestation hergeleitet werden, da diese Angaben im Datenspeicher Wald nicht vorhanden sind. Somit wurden in diesem Zeitraum die Emissionsfaktoren der Alten Bundesländer angewandt.
- Bei der Inventurstudie 2008 wurden keine Aufforstungsflächen erfasst. Die Datengrundlage für die Entwaldungspunkte ist wenig belastbar. Deshalb wurden auch für die Periode 2002 — 2008 die Emissionsfaktoren der Periode 1987 — 2002 verwendet.

Tabelle 326: Gesamtfehlerbudget für die C-Veränderungsschätzung der Biomasse für die Inventurperioden der Bundeswaldinventur 1987 — 2002 und 2002 — 2008; se = Standardabweichung, vef = Volumenexpansionsfaktor, rd = Raumdichte

LULUCF-category	area		above-ground				below-ground		carbon carbon error [%]	error total [%]	
	error [%]	se [%]	vef [%]	rd [%]	error total [%]	se [%]	root-shoot- ratio [%]	error total [%]		above- ground	below- ground
1987 – 2002	Alte Bundesländer										
KP Forest Management	0,93	2,70	2,06	6,29	7,15	2,50	17,38	17,55	2,00	7,48	17,69
KP Aforestation	5,50	8,35	2,70	6,96	11,20	8,01	24,79	26,05	2,00	12,64	26,70
KP Deforestation	5,96	11,13	2,14	8,21	14,00	11,05	23,09	25,60	2,00	15,35	26,36
1993 – 2002	Neue Bundesländer										
KP Forest Management	1,12	5,77	1,57	21,66	22,47	5,76	19,34	20,18	2,00	22,59	20,31
2002-2008	Deutschland										
KP Forest Management	1,79	28,18	1,23	4,95	28,64	24,47	13,30	27,86	2,00	28,77	27,98
KP Deforestation	26,44	82,42	2,14	8,21	82,85	63,02	23,09	67,12	2,00	86,99	72,16

Für die KP-Kategorien Aufforstung und Entwaldung müssen neben den Fehlern der Biomassebestimmung im Wald auch die Fehler der Biomassen der Ausgangs- oder Endnutzungskategorie in die Fehlerrechnung für die Emissionsfaktoren einfließen. In Tabelle 327 sind die Unsicherheiten des 95 % Konfidenzintervalls für den Forst, der Ausgangs- bzw. Endnutzungskategorie und die Gesamtunsicherheit des Emissionsfaktors angegeben.

Tabelle 327: Unsicherheiten für die Emissionsfaktoren der Biomasse

LULUCF-category	uncertainty above-ground			uncertainty below-ground		
	Forst [%]	LUC [%]	Total [%]	Forst [%]	LUC [%]	Total [%]
1990 – 2011 Deutschland						
KP Forest Management	15,71		15,71	24,22		24,22
KP Aforestation	24,77	131,12	98,07	52,33	102,68	78,60
KP Deforestation	43,49	131,12	58,93	52,63	102,68	51,14

11.3.1.5.2 Schätzung der Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für Mineralboden und Streu

Nach den in Kapitel 7.2.5.3 gemachten Angaben ergeben sich für die Emissionsfaktoren von Mineralboden und Streu folgende Unsicherheiten (siehe Tabelle 328).

Tabelle 328: Fehlerbudget für die Emissionsfaktoren von Mineralboden und Streu, mit se = Standardabweichung des Mittelwertes; C 90, C 06 = Laborfehler bei der Kohlenstoffgehaltsbestimmung BZE I und BZE II; FE = Fehler bei der Bestimmung des Feinbodenvorrates

LULUCF-category	Pool	emission factor					
		se [%]	C 90 [%]	C 06 [%]	FE [%]	error total [%]	uncertainty [%]
KP Forest Management	Litter	61.3	17.4	9.0		62.7	125.4
KP Forest Management	Mineral soil	16.5	12.2	4.5	19.1	33.3	65.3

11.3.1.6 Informationen über andere Methoden

11.3.1.6.1 Vergleich mit Ergebnissen anderer Staaten

Im Vergleich der Kohlenstoffvorratsänderungen der lebenden oberirdischen und unterirdischen Biomasse (Tabelle 329) durch Aufforstungen zeigt Deutschland die größten Kohlenstoffspeicher. Die geringsten Speicherleistungen zeigt hier Dänemark. Im Bereich der Entwaldung weist Deutschland sowohl bei der oberirdischen, als auch bei der unterirdischen Biomasse, mit Abstand die geringsten Kohlenstoffverluste auf. Die höchsten Verluste im Bereich der oberirdischen Biomasse zeigt die Schweiz, gefolgt von Belgien, Großbritannien und der Tschechischen Republik. Bei der unterirdischen Biomasse finden sich die größten Verluste in Belgien und der Tschechischen Republik. In der Kategorie Waldbewirtschaftung sind die deutschen Kohlenstoffspeicher mit die niedrigsten. Bei der lebenden oberirdischen Biomasse hat nur die Schweiz einen noch geringeren Speicher. Die größten Speicher in dieser Kategorie sind in Dänemark zu finden..

Bei der Streu (Tabelle 330) liegt Deutschland im Bereich der Aufforstung im mittleren Bereich der C-Speicherung. Den höchsten Wert und damit den größten C-Speicher zeigt Österreich; Dänemark hat in dieser Kategorie als einziges Land eine Kohlenstoffquelle. Bei der Entwaldung hat Deutschland die geringsten Kohlenstoffverluste, gefolgt von Frankreich und Dänemark. Die größten Verluste durch Entwaldung sind in den Niederlanden und Österreich zu finden. Durch Waldbewirtschaftung entsteht in Deutschland eine geringe Kohlenstoffquelle. Speicherleistungen in dieser Kategorie zeigen Dänemark und Großbritannien.

Beim Totholz (Tabelle 331) zeigt Deutschland nach Dänemark die geringsten Kohlenstoffverluste durch Entwaldung. Die größten C-Verluste in dieser Kategorie hat mit Abstand die Schweiz. In der Kategorie Waldbewirtschaftung weisen Deutschland, Dänemark, die Schweiz und die Tschechische Republik kleine Kohlenstoffspeicher auf. Geringe Kohlenstoffverluste zeigt hier nur Frankreich.

Deutschland hat in den mineralischen Böden (Tabelle 332) durch Aufforstung als einziges Land Kohlenstoffverluste zu verzeichnen. Die größten Kohlenstoffspeicher finden sich in Polen, Belgien und Österreich, während die anderen Vergleichsländer hier nur kleine Speicher aufweisen. In der Kategorie Entwaldung zeigt Deutschland hingegen als einziger einen Kohlenstoffspeicher. Die kleinsten C-Verluste finden sich in der Tschechischen Republik; die mit Abstand größten C-Verluste in Polen, gefolgt von der Schweiz. Bei der Waldbewirtschaftung liegt Deutschland im mittleren Bereich der Kohlenstoffspeicher.

In den organischen Böden (Tabelle 333) verzeichnet Deutschland in allen drei Kategorien Kohlenstoffverluste. Die mit Abstand größten Verluste durch Aufforstung zeigen die Niederlande. Allein in Großbritannien finden sich in dieser Kategorie ein Kohlenstoffspeicher. Auch durch Entwaldung sind in den organischen Böden, in allen vergleichbaren Ländern,

Kohlenstoffverluste zu finden. Deutschland zeigt nach den Niederlanden und der Schweiz die größten Verluste. Im Bereich der Waldbewirtschaftung hat Deutschland gemeinsam mit der Schweiz die größten Kohlenstoffverluste; Großbritannien hat als einziger sogar einen C-Speicher zu verzeichnen.

Tabelle 329: Kohlenstoffvorratsänderungen in lebender Biomasse (Deutschland für 2011, übrige Länder für 2010)

Country ¹¹⁴	Afforestation/ Reforestation [Mg C ha ⁻¹]		Deforestation [Mg C ha ⁻¹]		Forest Management [Mg C ha ⁻¹]	
	above-ground	below-ground	above-ground	below-ground	above-ground	below-ground
AUT	1,00	0,18	-0,72	-0,19	NA	NA
BEL	1,92	0,38	-3,99	-0,80	NA	NA
CHE	2,16	IE	-5,63	IE	0,17	IE
CZE	1,59	0,32	-3,22	-0,64	0,59	0,12
DNK	0,19	0,05	-0,88	-0,19	1,95	0,40
FRA	0,85	0,40	-2,07	-0,46	0,46	0,18
GBR	2,42	IE	-3,65	IE	0,45	IE
GER	3,07	1,03	-0,07	-0,03	0,33	0,10
NLD	2,13	0,78	-2,57	-0,47	NA	NA
POL	1,92	0,54	-2,61	-0,52	0,56	0,23

Quelle: UNFCCC 2012

Tabelle 330: Kohlenstoffvorratsänderungen in Streu (Deutschland für 2011, übrige Länder für 2010)

Country ¹¹⁴	Afforestation/ Reforestation [Mg C ha ⁻¹]		Deforestation [Mg C ha ⁻¹]		Forest Management [Mg C ha ⁻¹]	
	above-ground	below-ground	above-ground	below-ground	above-ground	below-ground
AUT	1,19		-1,23		NA	
BEL	NO		-0,31		NA	
CHE	NO		-1,13		NO	
CZE	IE		IE,NA		NE,NO	
DNK	-0,18		-0,20		0,52	
FRA	0,27		-0,19		0	
GBR	0,09		IE		0,49	
GER	0,44		-0,16		-0,05	
NLD	NE		-1,29		NA	
POL	IE		IE		IE	

Quelle: UNFCCC 2012

¹¹⁴ AUT = Österreich, BEL = Belgien, CHE = Schweiz, CZE = Tschechische Republik, DNK = Dänemark, FRA = Frankreich, GBR = Vereinigtes Königreich, GER = Deutschland, NLD = Niederlande, POL = Polen

Tabelle 331: Kohlenstoffvorratsänderungen in Totholz (Deutschland für 2011, übrige Länder für 2010)

Country ¹¹⁴	Afforestation/ Reforestation [Mg C ha ⁻¹]	Deforestation [Mg C ha ⁻¹]	Forest Management [Mg C ha ⁻¹]
AUT	NO	IE	NA
BEL	NO	-0,08	NA
CHE	NO	-0,32	0,03
CZE	NO	-0,08	NO
DNK	-0,20	-0,02	0,06
FRA	0,04	-0,08	-0,06
GBR	IE	IE	IE
GER	0	-0,03	0,09
NLD	NE	-0,06	NA
POL	0,02	-0,08	0,02

Quelle: UNFCCC 2012

Tabelle 332: Kohlenstoffvorratsänderungen in mineralischen Böden (Deutschland für 2011, übrige Länder für 2010)

Country ¹¹⁴	Afforestation/ Reforestation [Mg C ha ⁻¹]	Deforestation [Mg C ha ⁻¹]	Forest Management [Mg C ha ⁻¹]
AUT	0,68	-0,94	NA
BEL	1,38	-1,61	NA
CHE	0,17	-1,78	NO
CZE	0,15	-0,07	NE, NO
DNK	0,15	-0,20	NA, NR
FRA	0,20	-0,98	0
GBR	0,21	-1,14	0,56
GER	-0,37	0,38	0,27
NLD	0,18	-0,19	NA
POL	1,88	-2,21	0,53

Quelle: UNFCCC 2012

Tabelle 333: Kohlenstoffvorratsänderungen in organischen Böden (Deutschland für 2011, übrige Länder für 2010)

Country ¹¹⁴	Afforestation/ Reforestation [Mg C ha ⁻¹]	Deforestation [Mg C ha ⁻¹]	Forest Management [Mg C ha ⁻¹]
AUT	NO	NO	NA
BEL	NO	NO	NA
CHE	-0,68	-5,73	-0,68
CZE	NO	NO	0,00
DNK	-0,34	-2,53	-0,34
FRA	NO	NO	NO
GBR	0,45	IE	0,58
GER	-0,68	-4,62	-0,68
NLD	-6,46	-5,75	NA
POL	NO	NA	NO

Quelle: UNFCCC 2012

11.3.1.7 Das Anfangsjahr einer Aktivität, falls nach 2008

In Tabelle 334 finden sich die interpolierten Flächengrößen der Aktivitäten nach KP 3.3, die nach 2008 begonnen haben. Die Aktivität Forest Management (KP 3.4) wird nur auf den Flächen berücksichtigt, die seit 1990 Wald sind. Demnach gibt es keine Flächen, auf denen Waldbewirtschaftung nach 2008 begonnen hat.

Tabelle 334: Flächengrößen der Aktivitäten, die nach 2008 begonnen haben

KP 3.3 Activity	Year of the onset		
	2009	2010	2011
Afforestation/Reforestation [ha]	1359	1359	1359
Deforestation [ha]	1788	1788	1788

11.4 Artikel 3.3

11.4.1 *Information, die belegt, dass Aktivitäten nach Artikel 3.3 am oder nach dem 1. Januar 1990 und vor dem 31. Dezember 2012 begannen und direkt vom Menschen verursacht sind*

Wie in dem Kapitel 7.1.3 beschrieben, erfasst das Verfahren zur Landnutzungsänderung von und zu Wald Flächenänderungen ab 1970, wobei methodisch bei der Kyoto-Berichterstattung nur die Änderungen ab 1990 eingehen. Derzeit findet die dritte Bundeswaldinventur statt, deren Stichjahr 2012 ist. Diese bildet die Datengrundlage zur Rückrechnung am Ende der ersten Verpflichtungsperiode. Alle erfassten Aktivitäten liegen somit in dem Zeitraum zwischen dem 1. Januar 1990 und dem 31. Dezember 2012.

Jede Landnutzungsänderung von und zu Wald wird vorrangig über die Bundeswaldinventur (BWI), aber auch durch ergänzende Daten erfasst. Die Stichprobenpunkte decken rasterförmig ganz Deutschland ab. Durch die wiederholte Aufnahme der Punkte können die Veränderungen großflächig ermittelt werden. Wird ein Punkt als Wald aufgenommen, der bei der vorangegangenen Inventur als Nicht-Wald gekennzeichnet war, so repräsentiert dieser eine bestimmte aufgeforstete Fläche. Die BWI unterscheidet zwischen aufgeforstet durch Pflanzung/Saat oder durch natürliche Verjüngung. Letztere werden jedoch erst dann als *aufgeforsteter Wald* klassifiziert, wenn der Bestand ein durchschnittliches Alter von fünf Jahren erreicht hat und einen Überschirmungsgrad von mindestens 50 % aufweist (vgl. Kapitel 7.2.3.1).

Eine landwirtschaftlich genutzte Fläche kann von (bewirtschaftetem) Ackerland in unbewirtschaftetes übergehen und durch eine spontane Ansiedlung von Bäumen (natürliche Verjüngung) in Wald übergehen. Diese Art der Aufforstung kann gem. GPG (IPCC 2003) allerdings nur dann angerechnet werden, wenn sie „direkt vom Mensch induziert“ wurde. Es ist *gute Praxis* die direkt vom Mensch induzierte Flächenumwandlung zu belegen. Nach IPCC schließt der zu führende Beweis u.a. die Tatsache ein, dass eine Entscheidung zur Aufforstung oder dem Zulassen einer natürlichen Verjüngung getroffen wurde¹¹⁵. Das deutsche Recht sieht gem. § 10 (1) BWaldG vor, dass jede Erstaufforstung von Flächen einer „Genehmigung der nach Landesrecht zuständigen Behörde“ bedarf. Nach Absatz 2 bedarf es lediglich dann keiner Genehmigung, wenn für die aufzuforstende Fläche „auf Grund anderer öffentlich rechtlicher Vorschriften die Aufforstung rechtsverbindlich festgesetzt worden ist oder Erfordernisse der Raumordnung und Landesplanung nicht berührt werden“. Deutschland ist ein dicht besiedeltes und intensiv bewirtschaftetes Land, welches flächendeckend beplant wird. Es existieren unterschiedliche Planungsebenen, von großräumigen Plänen (z.B. Raumordnungsplanung) bis hin zu kleinräumigen Festsetzungen (z.B. Landschaftspläne, forstliche Betriebspläne). Die Aufstellung und Einhaltung wird von den jeweils zuständigen Behörden des Bundes, der Länder sowie der einzelnen Gemeinden

¹¹⁵ Vgl. [IPCC LULUCF GPG \(2003\)](#), Section 4.2.5.2.

überwacht. Es ist daher davon auszugehen, dass alle neu aufgeforsteten Flächen die Bedingung der „direkt vom Mensch induzierten Umwandlung“ erfüllen, da sowohl der Akt der Genehmigung, als auch rechtsverbindliche Festsetzungen und das Aufstellen von Raumordnungs- und Landschaftsplänen, eine aktive Entscheidung durch den Mensch voraussetzen.

11.4.2 Informationen über die Unterscheidung zwischen Ernte oder Waldstörung, die vom Neuaufbau von Wäldern gefolgt sind, und Entwaldung

Nach § 11 (1) BWaldG soll der Wald „im Rahmen seiner Zweckbestimmung ordnungsgemäß und nachhaltig bewirtschaftet werden. Durch Landesgesetz ist mindestens die Verpflichtung für alle Waldbesitzer zu regeln, kahlgeschlagene Waldflächen oder verlichtete Waldbestände in angemessener Frist

1. wieder aufzuforsten oder
2. zu ergänzen, soweit die natürliche Wiederbestockung unvollständig bleibt,

falls nicht die Umwandlung in eine andere Nutzungsart genehmigt worden oder sonst zulässig ist.“

Grundsätzlich ist danach jede Waldfläche wieder aufzuforsten, sofern sie weiterhin als Wald genutzt werden soll. Dies ist gesetzliche Vorgabe und gängige Praxis der deutschen Forstwirtschaft. Vorübergehend unbestockte Flächen fallen damit nach wie vor unter die Berichterstattung der Waldbewirtschaftung nach Art. 3.4 KP. Anders verhält es sich, wenn eine unbestockte Fläche entsteht, für deren Nachnutzung Nicht-Wald vorgesehen ist. Diese Flächen sind, unabhängig davon, ob die Entwaldung durch natürliche Störereignisse oder durch menschliches Abholzen hervorgerufen wurde, als Entwaldung, die direkt vom Mensch verursacht wurde anzusehen.

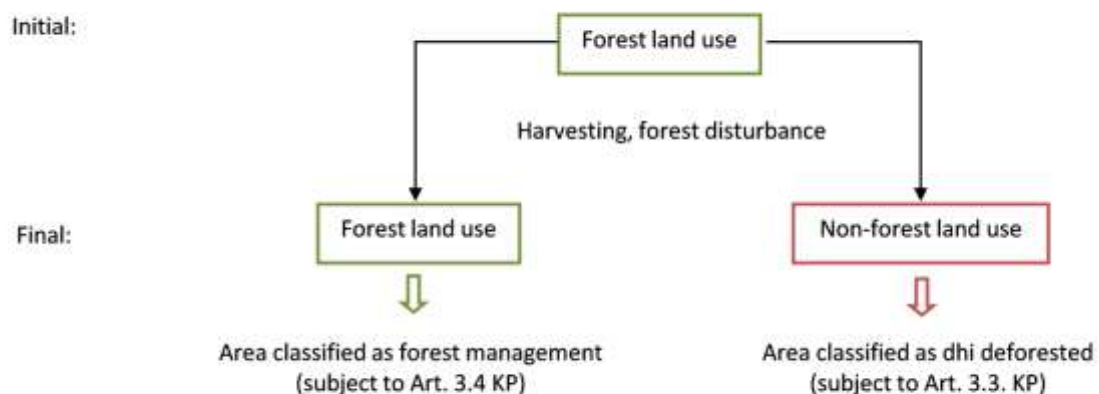


Abbildung 77: Schema zur Unterscheidung zwischen Ernte oder Waldzerstörung, die von Wiederaufforstung gefolgt sind, und Entwaldung

11.4.3 Informationen über die Größe und geografische Lage von Waldgebieten, die Waldabdeckung verloren haben aber nicht als entwaldet gelten

Durch Waldbewirtschaftung entstehen in Wäldern geringfügig unbestockte Flächen (Blößen). Diese betragen nach den Daten der BWI 2 (2002) ca. 66.000 ha und haben einen Anteil von 0,6 % an der Gesamtwaldfläche. Wie bereits oben in Kapitel 11.4.2 erläutert, fallen auch diese Flächen nach wie vor unter die Walddefinition und gehen in die Berechnungen zu den Vorräten und deren Änderungen mit ein.

11.5 Artikel 3.4

11.5.1 Informationen, die belegen, dass Aktivitäten nach Artikel 3.4 seit dem 1. Januar 1990 auftraten und vom Menschen verursacht sind

Da die Erfassung der Waldflächen, der Flächenänderungen und der durch die entsprechenden Aktivitäten verursachten Vorratsänderungen in einem integrierten Verfahren abgebildet werden, gelten für die Aktivität Waldbewirtschaftung die Aussagen entsprechend aus Kapitel 11.4.1.

Gemäß § 1 Nr. 1 BWaldG ist der „Wald wegen seines wirtschaftlichen Nutzens (Nutzfunktion) und wegen seiner Bedeutung für die Umwelt, insbesondere für die dauernde Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes, das Klima, den Wasserhaushalt, die Reinhaltung der Luft, die Bodenfruchtbarkeit, das Landschaftsbild, die Agrar- und Infrastruktur und die Erholung der Bevölkerung (Schutz- und Erholungsfunktion) zu erhalten, erforderlichenfalls zu mehrern und seine ordnungsgemäße Bewirtschaftung nachhaltig zu sichern“.

Dem Wald werden damit drei Grundfunktionen zugeordnet, nämlich die Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktion, aufgrund derer seine Erhaltung und seine ordnungsgemäße und nachhaltige Bewirtschaftung zu sichern sind. Zusätzlich schreibt § 11 (1) S. 1 BWaldG vor, dass der „Wald (...) im Rahmen seiner Zweckbestimmung ordnungsgemäß und nachhaltig bewirtschaftet werden (soll)“. Zwar besagt die Formulierung nicht, dass Wald bewirtschaftet werden „muss“, weshalb eine grundsätzliche Verpflichtung zu verneinen ist, andererseits wurde auch nicht die Formulierung „kann“ gewählt, bei der eine Verpflichtung auszuschließen wäre. Die gewählte Formulierung lässt damit sehr wohl eine Grundhaltung erkennen, nämlich dass Wald bewirtschaftet werden soll. Eine Verbindlichkeit zur Bewirtschaftung von Waldflächen existiert damit für ganz Deutschland¹¹⁶.

Zur Sicherung der drei Grundfunktionen soll der Wald gem. § 1 Nr. 1 i.V.m. § 11 (1) S.1 BWaldG erhalten und ordnungsgemäß und nachhaltig bewirtschaftet werden. Die Zielvorgabe der Waldbewirtschaftung entsprechend der Marrakesh Accords deckt sich damit mit den Vorgaben des BWaldG. In beiden Fällen zielt die Bewirtschaftung darauf ab, dass der Wald seine Funktionen auf Dauer erfüllen kann.

Gemäß den MA wird Waldbewirtschaftung definiert als „a system of practices“. Damit wird vorgegeben, dass die Bewirtschaftung durch Handlungen/Maßnahmen gekennzeichnet ist. Eine Waldfläche, die sich selbst überlassen wird, ohne dass irgendwelche Maßnahmen ergriffen werden, zählt damit nicht zu einer bewirtschafteten Waldfläche. Voraussetzung

¹¹⁶ Von einer Verpflichtung zur „nachhaltigen ordnungsgemäßen Bewirtschaftung“ für alle Waldbesitzer sprechen Häusler und Scherer-Lorenzen (2002) in: Nachhaltige Forstwirtschaft in Deutschland im Spiegel des ganzheitlichen Ansatzes der Biodiversitätskonvention. BfN – Skripten 62, S. 5 und 15.

dafür ist jedoch, dass in diesem Waldgebiet tatsächlich keine menschlichen Aktivitäten stattfinden, also kein aktiver Eingriff durch den Mensch erlaubt ist (entspricht MCPFE-Schutzkategorie 1.1). Derartige Schutzwaldflächen sind in Deutschland jedoch „praktisch nicht vertreten“ (BMELV, 2009). Schutzwaldgebiete, in denen aktive Eingriffe des Menschen auf ein Minimum beschränkt zugelassen sind, sog. Totalschutzgebiete (MCPFE-Schutzkategorie 1.2), hatten 2007 einen Flächenanteil von 1,1% der Gesamtwaldfläche mit zunehmender Tendenz (BMELV, 2009). Im Vordergrund dieser Waldflächen steht der Biotop- und Artenschutz (z.B. Bannwälder, Naturwaldreservate, Kernzonen von Nationalparks und Biosphärenreservaten). Bestimmte eingreifende Maßnahmen sind jedoch ausdrücklich zugelassen (z.B. zur Brandbekämpfung, Kontrolle von Schalenwild, Krankheiten oder Insektenkalamitäten¹¹⁷). Für Schutzwälder sind wie für alle Schutzgebiete Konzepte aufzustellen, in denen der Schutzgegenstand, der Schutzzweck, die zur Erreichung des Schutzzwecks notwendigen Ge- und Verbote und die erforderlichen Pflege-, Entwicklungs- und Wiederherstellungsmaßnahmen darzustellen sind¹¹⁸ (z.B. in Schutzgebietsverordnungen oder Richtlinien, Vgl. z.B. § 23 (2) LWaldG MV). Weiterhin sind etwa 23% der Waldfläche Schutzgebiete, deren Schutzzweck aktiv durch Bewirtschaftungsmaßnahmen sichergestellt wird (MCPFE-Schutzkategorie 1.3), 56 % entfallen auf Wälder, deren vorrangiges Ziel der Schutz von Landschaften und spezifischen Naturelementen ist (MCPFE-Schutzkategorie 2) und 34 % mit dem vorrangigen Ziel von Schutzfunktionen (MCPFE-Schutzkategorie 3). Bei den MCPFE-Schutzkategorien 1.3 bis 3 wird die Bewirtschaftung entsprechend dem Schutzzweck ausgerichtet. Diese Kategorien erfüllen damit die Vorgaben der Waldbewirtschaftung. Auch bei der Kategorie 1.2 sind menschliche Aktivitäten zur Sicherung der Schutzgebiete durchaus zulässig. Gemäß IPCC GPG LULUCF (2003) erfüllen damit auch diese Gebiete die Vorgaben der Waldbewirtschaftung nach Art. 3.4 KP: „For example forested national parks (...) where these parks are managed to fulfil relevant ecological (including biodiversity) and social functions, and are subject to forest management activities such as fire suppression, a country may choose to include these forested national parks as lands subject to forest management“¹¹⁹. Es ist zu beachten, dass die hier angegebenen Flächenanteile der Schutzwaldkategorien nicht aufaddiert werden dürfen, da sie sich z.T. überschneiden und die gleiche Waldfläche z.T. mehrfach erfasst wurde (BMELV, 2009).

Der Wald in Deutschland wird in weiten Teilen beplant Für etwa $\frac{3}{4}$ der Waldfläche liegen nach Schätzung des BMELV forstliche Betriebspläne (Wirtschaftspläne, Betriebspläne oder –gutachten) vor (BMELV, 2009). Neben dieser betrieblichen Planung werden für den Wald zusätzlich im Rahmen der Landesplanung z.T. eigenständige forstliche Landschaftspläne (forstliche Rahmenpläne) aufgestellt¹²⁰. Ziel der forstlichen Rahmenplanung ist es, „die für die Entwicklung der Lebens- und Wirtschaftsverhältnisse notwendigen Funktionen des Waldes nach § 1 Nr. 1 (BWaldG) zu sichern“. Dies entspricht genau der Zielstellung, die auch von der IPCC GPG für die Waldbewirtschaftung vorgegeben wird. Dabei können bzw. müssen auch Maßnahmen festgelegt werden (Vgl. z.B. § 6 (3) Nr. 4 S. 2 BWaldG a.F.; Art. 6 (1) Nr. 2 BayWaldG (Waldgesetz für Bayern), § 9 (4) LWaldG Mecklenburg-Vorpommern, § 6

¹¹⁷ Außerdem zugelassen sind Maßnahmen zur naturverträglichen Walderschließung für Erholungszwecke und zur naturverträglichen Forschung.

¹¹⁸ Vgl. z.B. § 22 (1) BNatSchG

¹¹⁹ IPCC Good Practice Guidance LULUCF (2003) Kapitel 4.2.7.2, S. 4.62 f.

¹²⁰ Die forstliche Rahmenplanung war bis 2005 im BWaldG verpflichtend vorgegeben. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Ausgestaltung der Planung innerhalb der Länder, wurden diese Bestimmungen jedoch gestrichen. Vgl. BMELV (2009) Waldbericht der Bundesregierung, S. 28.

S. 2 NWaldLG (Niedersächsisches Wald- und Landschaftsgesetz), § 7 (1) LFoG NRW (Landesforstgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen), § 6 (2) WaldG Sachsen-Anhalt¹²¹). Teilweise wird auch explizit vorgegeben, dass die Planung als Richtlinie u.a. für die Bewirtschaftungstätigkeit zu nutzen ist (Vgl. § 8 (3) LFoG NRW).

Alles in allem dürfte die Annahme, dass Wald in Deutschland flächendeckend die Kriterien der Waldbewirtschaftung entsprechend den Vorgaben der MA und IPCC GPG LULUCF (2003) erfüllt, damit bestätigt sein.

Eine Zusammenstellung von Textausschnitten aus den Landeswaldgesetzen für die Bewirtschaftungsvorgaben von Wäldern und zu den Vorgaben der forstlichen Rahmenplanung findet sich in STEUK (2010). Die Zusammenfassung ist in Tabelle 335 zu finden.

Tabelle 335: Zusammenstellung der Verpflichtung zur Waldbewirtschaftung, zur Aufstellung von Plänen und zur forstlichen Rahmenplanung aus den Waldgesetzen der Bundesländer

Bundesland	Verpflichtung zur Waldbewirtschaftung			Verpflichtung zur Aufstellung von Plänen (Wirtschafts-, Betriebspläne, Betriebsgutachten oder andere forstliche Fachplanungen)			Verpflichtung zur forstlichen Rahmenplanung
				Staatswald	Körperschaftswald	Privatwald	
Baden-Württemberg	X	X	X	X	X	(X)	(X)
Bayern	X	X	X	X	[X]		(X)
Berlin	X	X	X				X
Brandenburg							X
Bremen	X	X	X				
Hamburg	X	X	X				X
Hessen	X	X	X	X	X	[X]	
Mecklenburg-Vorpommern	X	X	X				X
Niedersachsen	X	X	X	[X]	[X]		X
Nordrhein-Westfalen	X	X	X		X		X
Rheinland-Pfalz	X	X	X	[X]	[X]	[X]	X
Saarland	X	X	X	X	X	(X)	X
Sachsen	X	X	X	X	X		(X)
Sachsen-Anhalt	X	X	X	X	X		X
Schleswig-Holstein				[X]	[X]		
Thüringen	X	X	X	X	X	[X]	X

Legende

- X Vorgabe verbindlich (einschließlich soll)
- [X] Vorgabe nur unter bestimmten Voraussetzungen (z.B. Mindestgröße) verbindlich
- (X) Vorgabe optional / nicht verbindlich (kann)

11.5.2 Informationen bezüglich der Kulturflächen- und Weidelandbewirtschaftung sowie der Wiederbegrünung, wenn ausgewählt, für das Basisjahr

Deutschland hat nur die Anrechnung von Waldbewirtschaftung nach Art. 3.4 KP gewählt (siehe Kapitel 11.1.2).

Informationen zu anderen Aktivitäten liegen nicht vor.

¹²¹ Festlegung von Maßnahmen in Betriebsplänen siehe § 5 (6) S. 3 LWaldG Schleswig-Holstein.

11.5.3 Informationen zur Waldbewirtschaftung

Wie bereits in Kapitel 11.5.1 erläutert, sind die deutschen Wälder per Gesetz ordnungsgemäß und nachhaltig zu bewirtschaften. Bundesweite Vorgaben zur Waldbewirtschaftung finden sich im Bundeswaldgesetz (BWaldG). Dieses wird durch die Bundesländer mit eigenen Landeswaldgesetzen konkretisiert. Bei einer Gegenüberstellung der nationalen Vorgaben mit der internationalen Definition, zeigt sich dass diese durchaus vergleichbar sind.

Internationale Definition gemäß der MA¹²²:

“Forest management” is a system of practices for stewardship and use of forest land aimed at fulfilling relevant ecological (including biological diversity), economic and social functions of the forest in a sustainable manner;

Übersetzung: „Waldbewirtschaftung“ ist ein System von Praktiken für die Behandlung/Pflege und Nutzung des Waldes, darauf abzielend relevante ökologische (einschließlich der biologischen Vielfalt), wirtschaftliche und soziale Funktionen des Waldes in nachhaltiger Weise zu erfüllen;

Nationale Definitionen nach dem BWaldG und den Landeswaldgesetzen (LWaldG):

Gem. § 1 Nr. 1 BWaldG ist der Zweck des Gesetzes insbesondere, „den Wald wegen seines wirtschaftlichen Nutzens (Nutzfunktion) und wegen seiner (...) (Schutz- und Erholungsfunktion) zu erhalten, erforderlichenfalls zu mehrten und seine ordnungsgemäße Bewirtschaftung nachhaltig zu sichern“. Nach § 11 (1) S. 1 BWaldG soll der Wald „im Rahmen seiner Zweckbestimmung ordnungsgemäß und nachhaltig bewirtschaftet werden.“ Aufgrund der eingeschränkten Gesetzgebungskompetenz des Bundes, gibt dieser hier lediglich einen Rahmen vor, der dann durch die Bundesländer entsprechend umzusetzen und zu konkretisieren ist (Vgl. § 5 und § 11 (1) S. 2 BWaldG). Somit legen die Länder fest, was unter einer ordnungsgemäßen und nachhaltigen Forstwirtschaft zu verstehen ist. Eine Zusammenstellung der relevanten Abschnitte aus den Landeswaldgesetzen findet sich in STEUK (2010).

Die Vorgaben zur Waldbewirtschaftung nach den Landeswaldgesetzen sind mit den internationalen vergleichbar. Die Bestimmung, dass Wald unter Erfüllung ökologischer (einschließlich der biologischen Vielfalt), wirtschaftlicher und sozialer Funktionen in nachhaltiger Weise bewirtschaftet werden soll¹²³, lässt sich von der Aussage her in jedem Landesgesetz finden. Synonym für die ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Funktionen werden in Deutschland oftmals Schutz-, Nutz- und Erholungsfunktion verwendet¹²⁴ (siehe Tabelle 336). Findet sich der Wortlaut der ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Funktionen, die bei der Bewirtschaftung sicherzustellen sind, nicht explizit nochmal im Text des Landesgesetzes, so findet sich jedoch der Zusatz „im Rahmen seiner Zweckbestimmung“¹²⁵. Der Wald ist danach also im Rahmen seiner Zweckbestimmung nachhaltig zu bewirtschaften. Damit wird auf § 1 BWaldG verwiesen (Gesetzeszweck), der

¹²² Paragraph 1 (f) des Annex A der Decision 16/CMP.1

¹²³ Vgl. Art. 4 Nr. 1 BayWaldG; § 1a LFoG NRW; sinngemäß auch § 6 (1) LWaldG RLP; sinngemäß auch § 18 (1) i.V.m. § 19 (1) S. 2 ThürWaldG.

¹²⁴ Vgl. § 1 Nr. 1 BWaldG; § 13 LWaldG BW; § 11 (2) Nr. 1 LWaldG B; § 4 (2) LWaldG Bbg; § 5 (1) BremWaldG, § 6 (1) HeFoG; § 6 (1) Nr. 1 LWaldG MV; § 11 (1) NWaldLG; § 5 (1) LWaldG SH.

¹²⁵ Vgl. § 6 (1) LWaldG Ha; § 11 (1) LWaldG SL; § 17 SächsWaldG; § 4 (1) WaldG LSA; § 18 (1) ThürWaldG.

sich wortgleich in jedem Landeswaldgesetz wiederfindet. § 1 Nr. 1 BWaldG legt wiederum fest, dass der Wald insbesondere, „wegen seines wirtschaftlichen Nutzens (Nutzfunktion) und wegen seiner (...) (Schutz- und Erholungsfunktion) zu erhalten“ ist. Die Zielstellung zur Sicherung der wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Funktionen findet sich damit flächendeckend in den Gesetzestexten wieder. Auch das Erfordernis der Nachhaltigkeit wird sowohl durch das BWaldG, als auch durch die Landesgesetze erfüllt.

Tabelle 336: Gegenüberstellung der Waldfunktionen nach dem Bundeswaldgesetz und nach IPCC

Waldfunktionen nach BWaldG	Waldfunktionen nach MA
Nutzfunktion	Wirtschaftliche Funktionen
Schutzfunktion	Ökologische Funktionen
Erholungsfunktion	Soziale Funktionen

11.6 Weitere Informationen

11.6.1 Hauptkategorienanalyse für Aktivitäten nach Artikel 3.3 und die gewählten Aktivitäten nach Artikel 3.4

Die Hauptkategorienanalyse wurde im Zusammenhang mit der Analyse für das UNFCCC-Inventar auch für die Aktivitäten nach Artikel 3.3 und die gewählten Aktivitäten nach Artikel 3.4 durchgeführt. Die Ergebnisse sind in tabellarischer Form im Kapitel 1.5.2 dieses Berichts zusammengestellt. Die angewendeten Verfahren, Grundlagen und Methoden hierfür sind ausführlich im Kapitel 17.1.4 beschrieben.

11.7 Informationen zu Artikel 6 (JI- & CDM-Projekte / Management der ERU)

In Deutschland können gemäß Paragraph 5, Absatz 1, Satz 1 des Projekt-Mechanismen-Gesetzes (ProMechG) keine Projekte im Bereich LULUCF genehmigt werden, die in Deutschland stattfinden sollen.

12 INFORMATIONEN ZUR BUCHFÜHRUNG DER KYOTO-EINHEITEN

12.1 Background information

Chapter 12 and 14 include information on the German emission trading registry. The accounting on Kyoto units and the public availability of information is described in chapter 12. Any significant changes in the national registry are reported in chapter 14.

In June 2012, the previously existing decentralised registry architecture of the European emissions trading was fundamentally changed. The Union Registry introduced an EU-wide standardisation and centralisation of the system, but user accounts are still administered by the Member States. Due to the fact that the Union registry is developed and operated by the European Commission most of the requested information on national registry in accordance with paragraph 32 of the annex to decision 15/CMP.1 needs to be provided by the EU commission. Therefore, the chapter 14 of this report was provided by the EU commission on 27 February 2013. The text was retained unchanged. The answers to 15/CMP.1 annex II.E paragraph 32 (a), (g) and (h) were specified directly by the German registry administration.

12.2 Summary of information reported in the SEF tables

According to decision 15/CMP.1, annex, part 1, section E each Party must include information on its aggregate holdings and transactions of Kyoto units in its annual report. The information has to be reported in the Standard Electronic Format (SEF), which is an agreed format, embodied in a special report, for reporting on Kyoto units.

The SEF for 2012 was generated on 8 April 2013 with the Union registry in version 5.2.5, provided by the EU commission at 23 March 2013 and the SEF application version 1.2, provided by the secretariat at 9th of January 2009.

Amendment on 10/052013: The Union registry in version 5.2.5 calculated an incorrect amount of ERUs for 2012. Therefore, the SEF has to be re-submitted. The following values are corrected.

The German SEF for 2012 contains the information required in paragraph 11 of the annex to decision 15/CMP.1 and adhere to the guidelines of the SEF. The SEF has been submitted to the UNFCCC Secretariat electronically and the contents of the report can also be found in annex 6 (chapter 22.2.2.1) of this document.

At the end of 2012, AAUs amounting to 4,914,117,183 were contained in the German registry. The largest proportion or 2,733,213,882 AAUs, were recorded in party holding accounts, 2,180,899,876 AAUs were in the retirement account and 3,425 in other cancellation accounts. Besides AAUs the registry contained in total 61,212,961 ERUs and 135,948,656 CERs; no RMUs, tCERs or ICERs.

In total for 2012, the German registry received 53,063,615 AAUs, 58,832,501 ERUs and 71,579,172 CERs. Conversely, 71,786,779 AAUs, 31,490,006 ERUs and 69,822,433 CERs were transferred to foreign national registries. Transactions with most European countries within the European Emissions Trading Scheme (ETS) took place. In addition, ERU and CER have been received from outside the ETS (Japan, Russia, Ukraine).

More details are available in the SEF, which is shown in annex 6 (chapter 22.2.2.1) of this document.

12.3 Discrepancies and Notifications

15/CMP.1 annex I.E paragraph 12 List of discrepant transactions	One discrepant transaction occurred on 12 December 2012. The transaction was terminated on 13 December 2012 (26 h delay) with response code 4003. More details can be found in annex 6 (22.2.2.2) of this document.
15/CMP.1 annex I.E paragraph 13 and 14 List of CDM notifications	No CDM notifications occurred in 2012.
15/CMP.1 annex I.E paragraph 15 List of non-replacements	No non-replacements occurred in 2012.
15/CMP.1 annex I.E paragraph 16 List of invalid units	No invalid units exist as at 31 December 2012.
15/CMP.1 annex I.E paragraph 17 Actions and changes to address discrepancies	According to the SIAR Reporting Requirements and Guidance for Registries the code 4003 should be reported by the Party, but it will not be assessed as a discrepancy. 4003 can occur and the improved DES transaction message model was deployed in ITL v2.0 in Q4 of 2010, and this has reduced the number of occurrences. Any actions or changes to address discrepancies are in the responsibility of the EU

commission and will be reported in chapter 14.

12.4 Publicly accessible information

13/CMP.1 annex II paragraph 45 Account information

The requested information is publicly available for all accounts. The data of operator holding accounts can be viewed online at:
<http://ec.europa.eu/environment/ets/oha.do?form=oha&languageCode=en&account.registryCodes=DE&accountHolder=&identifierInReg=&installationIdentifier=&installationName=&permitIdentifier=&mainActivityType=-1&complianceStatus=-1&search=Search&searchType=oha&currentSortSettings=>

The data of all accounts can be viewed online at:
<http://ec.europa.eu/environment/ets/account.do?languageCode=en&account.registryCodes=DE&identifierInReg=&accountHolder=&search=Search&searchType=account&currentSortSettings=>
 Representative name and contact information is classified as confidential due to Article 83 paragraph 8 and 9 Registry Regulation No. 1193/2011.

13/CMP.1 annex II paragraph 46 Joint implementation project information

The complete documentation of the JI projects is presented in the German JI project database which is accessible at the following URL. The database also contains already registered but not yet approved JI projects.
<https://jicdm.dehst.de/promechg/pages/project1.aspx>
 In 2012, ERU for ten JI projects were converted from AAU to ERU. No ERU converted from RMU were issued. In total for 2012, 7,039,160 ERU were generated:

JI Project ID	Converted Amount	Unit Type
1000016	17,432	ERU converted from AAU
1000017	1,614,728	ERU converted from AAU
1000018	3,888,885	ERU converted from AAU
1000024	428,821	ERU converted from AAU
1000142	4,957	ERU converted from AAU
1000168	150,729	ERU converted from AAU
1000182	387,118	ERU converted from AAU
1000183	493,465	ERU converted from AAU
1000197	49,375	ERU converted from AAU
1000211	3,650	ERU converted from AAU
Sum	7,039,160	

13/CMP.1 annex II paragraph 47 Unit holding and transaction information

The information requested in (a), (d), (f) and (l) is classified as confidential due to Article 83 paragraph 1 Registry Regulation No. 1193/2011 as well as national data protection law and therefore not publicly available. Transactions of units within the most recent five year period are also classified as confidential, therefore the transactions provided are only those completed more than five years in the past.
 The information requested in (b), (c), (e), (g), (h), (i), (j) and (k) is publicly available at
<http://ec.europa.eu/environment/ets/transaction.do?languageCode=e>

[n&startDate=&endDate=&transactionStatus=4&fromCompletionDate=&toCompletionDate=&transactionID=&transactionType=-1&suppTransactionType=-1&originatingRegistry=DE&destinationRegistry=-1&originatingAccountType=-1&destinationAccountType=-1&originatingAccountNumber=&destinationAccountNumber=&originatingAccountIdentifier=&destinationAccountIdentifier=&originatingAccountHolder=&destinationAccountHolder=&search=Search&currentSortSettings=&resultList.currentPageNumber=1](#)

(b) In 2012 there was no issuance of AAU.

(c) In 2012, 7,039,160 ERU were issued.

(e) No RMU was issued in the reported year.

(g) No RMU was cancelled on the basis of activities under Article 3, paragraph 3 and 4 in the reported year.

(h) No ERU, CER, AAU and RMU were cancelled on the basis of activities under Article 3, paragraph 1 in the reported year.

(i) In 2012, 597 AAU, 1,842 ERU and 134,595 CER were voluntary cancelled. No RMU was cancelled.

(j) In 2012, 33,231,950 ERU, 41,123,292 CER, 907,807,291 AAU, and no RMU, tCER, ICER were retired.

(k) There were no carry over of ERU, CER, AAU or RMU from the previous commitment period.

13/CMP.1 annex II paragraph 48

Authorized legal entities
information

The following legal entities are authorized by the Member State to hold Kyoto units:

	Legal entities authorised by Germany to hold units
AAU	Federal Government only
ERU	Each account holder of OHA, PHA, TA, EPA and NHA
CER	Each account holder of OHA, PHA, TA, EPA and NHA
RMU	Federal Government only
tCER	Federal Government only
ICER	Federal Government only

OHA: Operator Holding Account (installation and aircraft)

PHA: Person Holding Account

TA: Trading Account

EPA: External Platform Account

NHA: National Holding Account

12.5 Calculation of the Commitment Period Reserve

Germany's Commitment Period Reserve (CPR) is calculated as 90 percent of Germany's assigned amount (4,868,096,694 tonnes CO₂ equivalent) calculated pursuant to Article 3 paragraphs 7 and 8 of the Kyoto Protocol. The initial CPR of the current commitment period did not change and is still 4,381,287,024 tonnes CO₂ equivalent (or AAU).

In accordance to Article 4 paragraph 4 Registry Regulation No. 1193/2011 the Union registry has to prepare for keeping the CPR. If a transfer proposal would result in an infringement of the CPR, the registry should reject it internally.

The German registry did not violate the CPR during the reported year.

13 INFORMATIONEN ÜBER ÄNDERUNGEN IM NATIONALEN SYSTEMS

In dieser Berichterstattungsperiode lag wiederum der Schwerpunkt auf der weiteren Umsetzung und Konsolidierung der bis 2010 erzielten Verbesserungen der Institutionalisierung des Nationalen Systems. Insbesondere die weitere Konsolidierung der durch die Anmerkungen im In Country Review 2010 bedingten umfangreichen institutionellen

Verbesserungen im Nationalen System im Bereich LULUCF standen im Vordergrund. Zudem wurden im Jahr 2011 neuentstandene Fehlstellen in den Datenströme geschlossen.

Kooperationsvereinbarung mit dem Verbandes der Halbleiterindustrie (ZVEI):

Zum 31.12.2010 lief die 2001 eingegangene Selbstverpflichtung der Halbleiterhersteller mit Produktionsstätten in Deutschland zur Reduzierung der Emissionen bestimmter fluorierter Gase aus. Damit endete auch die Selbstverpflichtung zur Datenbereitstellung durch den Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie (ZVEI) mit der Datenlieferung für das Jahr 2010. Die Nationale Koordinierungsstelle führte daher im Jahr 2011 intensive Gesprächen mit dem ZVEI zum Abschluss einer Kooperationsvereinbarung für die Bereitstellung der benötigten Daten. Der ZVEI hatte sich in diesen Gesprächen, trotz ausgelaufener Selbstverpflichtung weiterhin bis zum Abschluss einer Vereinbarung alle benötigten Daten auf freiwilliger Basis zur Verfügung zu stellen. Dadurch konnte eine Fehlstelle in den Datenströmen vermeiden werden. Im September 2012 konnte die Kooperationsvereinbarung mit dem ZVEI abgeschlossen werden. Damit ist die Datenlieferung für diese Quellgruppen wieder langfristig institutionell abgesichert.

14 INFORMATIONEN ZU ÄNDERUNGEN IN DEN NATIONALEN REGISTERN

Directive 2009/29/EC adopted in 2009, provides for the centralization of the EU ETS operations into a single European Union registry operated by the European Commission as well as for the inclusion of the aviation sector. At the same time, and with a view to increasing efficiency in the operations of their respective national registries, the EU Member States who are also Parties to the Kyoto Protocol (25) plus Iceland, Liechtenstein and Norway decided to operate their registries in a consolidated manner in accordance with all relevant decisions applicable to the establishment of Party registries - in particular Decision 13/CMP.1 and decision 24/CP.8.

With a view to complying with the new requirements of Commission Regulation 920/2010 and Commission Regulation 1193/2011, in addition to implementing the platform shared by the consolidating Parties, the registry of EU has undergone a major re-development. The consolidated platform which implements the national registries in a consolidated manner (including the registry of EU) is called Consolidated System of EU registries (CSEUR) and was developed together with the new EU registry on the basis the following modalities:

1. Each Party retains its organization designated as its registry administrator to maintain the national registry of that Party and remains responsible for all the obligations of Parties that are to be fulfilled through registries;
2. Each Kyoto unit issued by the Parties in such a consolidated system is issued by one of the constituent Parties and continues to carry the Party of origin identifier in its unique serial number;
3. Each Party retains its own set of national accounts as required by paragraph 21 of the Annex to Decision 15/CMP.1. Each account within a national registry keeps a unique account number comprising the identifier of the Party and a unique number within the Party where the account is maintained;
4. Kyoto transactions continue to be forwarded to and checked by the UNFCCC Independent Transaction Log (ITL), which remains responsible for verifying the accuracy and validity of those transactions;

5. The transaction log and registries continue to reconcile their data with each other in order to ensure data consistency and facilitate the automated checks of the ITL;
6. The requirements of paragraphs 44 to 48 of the Annex to Decision 13/CMP.1 concerning making non-confidential information accessible to the public would be fulfilled by each Party individually;
7. All registries reside on a consolidated IT platform sharing the same infrastructure technologies. The chosen architecture implements modalities to ensure that the consolidated national registries are uniquely identifiable, protected and distinguishable from each other, notably:
 - (a) With regards to the data exchange, each national registry connects to the ITL directly and establishes a distinct and secure communication link through a consolidated communication channel (VPN tunnel);
 - (b) The ITL remains responsible for authenticating the national registries and takes the full and final record of all transactions involving Kyoto units and other administrative processes such that those actions cannot be disputed or repudiated;
 - (c) With regards to the data storage, the consolidated platform continues to guarantee that data is kept confidential and protected against unauthorized manipulation;
 - (d) The data storage architecture also ensures that the data pertaining to a national registry are distinguishable and uniquely identifiable from the data pertaining to other consolidated national registries;
 - (e) In addition, each consolidated national registry keeps a distinct user access entry point (URL) and a distinct set of authorisation and configuration rules.

Following the successful implementation of the CSEUR platform, the 28 national registries concerned were re-certified in June 2012 and switched over to their new national registry on 20 June 2012. During the go-live process, all relevant transaction and holdings data were migrated to the CSEUR platform and the individual connections to and from the ITL were re-established for each Party.

The following changes to the national registry of Germany have therefore occurred in 2012, as a consequence of the transition to the CSEUR platform.

In accordance to the SIAR Reporting Requirements and Guidance for Registries a high level description for each change should be provided as test plans, test reports and readiness documentation. The required documents are confidential and accessible for assessors only ("documentation annexed to this submission"). Therefore the documents which are mentioned in the below table are not available within this document.

15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(a) Change of name or contact	No change in the name or contact information of the registry administrator occurred during the reported period.
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(b) Change regarding cooperation arrangement	The EU Member States who are also Parties to the Kyoto Protocol (25) plus Iceland, Liechtenstein and Norway have decided to operate their registries in a consolidated manner. The Consolidated System of EU registries was certified on 1 June 2012 and went to production on 20 June 2012. A complete description of the consolidated registry was provided in the common readiness documentation and specific readiness documentation for the national registry of EU and all consolidating national registries. This description includes: • Readiness questionnaire • Application logging • Change management procedure • Disaster recovery • Manual Intervention • Operational Plan • Roles and responsibilities • Security Plan • Time Validation Plan • Version change Management The documents above are provided as an appendix to this submission. A new central service desk was also set up to support the registry administrators of the consolidated system. The new service desk acts as 2nd level of support to the local support provided by the Parties. It also plays a key communication role with the ITL Service Desk with regards notably to connectivity or reconciliation issues.
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(c) Change to database structure or the capacity of national registry	In 2012, the EU registry has undergone a major redevelopment with a view to comply with the new requirements of Commission Regulation 920/2010 and Commission Regulation 1193/2011 in addition to implementing the Consolidated System of EU registries (CSEUR). The complete description of the consolidated registry was provided in the common readiness documentation and specific readiness documentation for the national registry of EU and all consolidating national registries. The documentation is annexed to this submission. During certification, the consolidated registry was notably subject to connectivity testing, connectivity reliability testing, distinctness testing and interoperability testing to demonstrate capacity and conformance to the Data Exchange Standard (DES). All tests were executed successfully and lead to successful certification on 1 June 2012.
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(d) Change regarding conformance to technical standards	The overall change to a Consolidated System of EU Registries triggered changes the registry software and required new conformance testing. The complete description of the consolidated registry was provided in the common readiness documentation and specific readiness documentation for the national registry of EU and all consolidating national registries. The documentation is annexed to this submission. During certification, the consolidated registry was notably subject to connectivity testing, connectivity reliability testing, distinctness testing and interoperability testing to

	demonstrate capacity and conformance to the DES. All tests were executed successfully and lead to successful certification on 1 June 2012,
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(e) Change to discrepancies procedures	The overall change to a Consolidated System of EU Registries also triggered changes to discrepancies procedures, as reflected in the updated manual intervention document and the operational plan. The complete description of the consolidated registry was provided in the common readiness documentation and specific readiness documentation for the national registry of EU and all consolidating national registries. The documentation is annexed to this submission..
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(f) Change regarding security	The overall change to a Consolidated System of EU Registries also triggered changes to security, as reflected in the updated security plan. The complete description of the consolidated registry was provided in the common readiness documentation and specific readiness documentation for the national registry of EU and all consolidating national registries. The documentation is annexed to this submission.
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(g) Change to list of publicly available information	Since June 2012 the publicly available information can be accessed via the European Union Transaction Log home page as specified in paragraph 12.4 of this report.
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(h) Change of Internet address	The new internet address of the German part of the Union registry is: https://ets-registry.webgate.ec.europa.eu/euregistry/DE/index.xhtml
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(i) Change regarding data integrity measures	The overall change to a Consolidated System of EU Registries also triggered changes to data integrity measures, as reflected in the updated disaster recovery plan. The complete description of the consolidated registry was provided in the common readiness documentation and specific readiness documentation for the national registry of EU and all consolidating national registries. The documentation is annexed to this submission.
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(j) Change regarding test results	On 2 October 2012 a new software release (called V4) including functionalities enabling the auctioning of phase 3 and aviation allowances, a new EU ETS account type (trading account) and a trusted account list went into Production. The trusted account list adds to the set of security measures available in the CSEUR. This measure prevents any transfer from a holding account to an account that is not trusted.
The previous Annual Review recommendations	The previous year's German SIAR Part 2 Assessment report did not state any recommendations.

15 INFORMATIONEN ZUR MINIMIERUNG DER NEGATIVEN EINFLÜSSE NACH ARTIKEL 3, ABSATZ 14

Von den meisten Maßnahmen in Deutschland werden keine direkten Auswirkungen auf Entwicklungsländern erwartet; in den übrigen Fällen werden die erwarteten Auswirkungen durchweg positiv eingeschätzt, beispielsweise durch Aufbau von technischen und Verwaltungsstrukturen für den Klimaschutz.

Auch die möglichen indirekten Effekte sind fast durchweg positiv, insbesondere durch vorteilhafte Auswirkungen auf die Energieversorgung und –preise in den Kooperationsländern.

Förderung von Biotreibstoffen:

Die Förderung von Biotreibstoffen, die aus nicht nachhaltiger Produktion stammen, könnte mögliche negative Auswirkung haben. Dies kann zu entsprechender Vernichtung oder nachteiliger Verschiebung von Ressourcen in Entwicklungsländern führen. Dieser Effekt soll zukünftig mit der Implementierung der Nachhaltigkeits-Verordnung ausgeschlossen werden. Darin werden Nachhaltigkeitsstandards und entsprechende Zertifizierungssysteme geregelt (Biomasse Nachhaltigkeitsverordnung 2009, in der geänderten Fassung vom 22. Juni 2010) und somit die EU-Richtlinie zu Erneuerbaren Energien umgesetzt (2009/28/EG).

In diesem Zusammenhang ist besonders hervorzuheben, dass die Zertifizierungssysteme so gestaltet werden, dass die Herstellung von Biokraftstoffen in Entwicklungsländern nicht zu Konflikten mit der Nahrungssicherheit auf lokaler oder internationaler Ebene führt.

Die in den relevanten europäischen Gesetzeswerken verankerten Kriterien umfassen:

- Mindestanforderungen für die Einsparung von Treibhausgasemissionen;
- Nutzungsverbot von Biokraftstoffen, die auf unter Biodiversitätsaspekten wertvollen Flächen hergestellt wurden sowie
- Nutzungsverbot für Biokraftstoffe, die auf Flächen mit hoher CO₂-Speicherleistung hergestellt wurden (Feuchtgebiete, Torfmoore oder Wälder).

Zudem trägt die forcierte Nutzung von Biokraftstoffen der zweiten Generation zur Vermeidung von Konflikten mit der Nahrungssicherheit bei.

Deutschland nimmt darüber hinaus aktiv an relevanten internationalen Kooperationsforen teil, wie z.B. der "Global Bioenergy Partnership", einer G8-Initiative. Das von Deutschland finanzierte Projekt "Bioenergy and Food Security" der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) orientiert sich an der Umsetzung von ökologischen und sozialen Mindeststandards. Das Projekt hat sich zum Ziel gesetzt, in Zusammenarbeit mit den Entscheidungsträgern potentiell betroffener Länder, Kriterien für die Bewertung der Chancen und Risiken der Bioenergienutzung in ländlichen Regionen zu entwickeln.

Abbau von Steinkohlesubventionen:

Der Abbau von Subventionen für einheimische fossile Energieträger trägt zur Vermeidung negativer Auswirkungen von Klimaschutzmaßnahmen auf Drittstaaten bei. So haben sich in Deutschland am 7. Februar 2007 der Bund, das Land Nordrhein-Westfalen und das Saarland sowie die RAG AG und die IG BCE darauf verständigt, die subventionierte Förderung der Steinkohle in Deutschland zum Ende des Jahres 2018 sozialverträglich zu beenden. Der Deutsche Bundestag wird diese Entscheidung auf Grundlage eines gemeinsamen Berichts der Bundesregierung und der Landesregierungen der Revierländer in 2012 überprüfen.

Politiken und Maßnahmen auf EU-Ebene, insbesondere EU-Emissionshandel:

Neben der Gestaltung der eigenen Politiken und Maßnahmen zum Klimaschutz in Deutschland nimmt die Bundesregierung aktiv an der Gestaltung von Klimaschutzmaßnahmen auf europäischer Ebene teil. Hervorzuheben ist in diesem

Zusammenhang der europäischen Emissionshandel, an dem in Deutschland Unternehmen der Energiewirtschaft und der Industrie beteiligt sind, die knapp die Hälfte der deutschen Treibhausgasemissionen verursachen. Dieses Instrument hat an sich keine direkten Wirkungen auf Drittstaaten. Allerdings wird in Deutschland seit 2008 ein Teil der Erlöse aus der Versteigerung von Emissionsrechten im Emissionshandel für Klimaschutzprojekte in Entwicklungsländern verwendet. Die internationale Klimaschutzinitiative (IKI) ist für die Mittelvergabe verantwortlich und finanziert Projekte in den Bereichen Emissionsminderung, Anpassung an den Klimawandel und Schutz tropischer Regenwälder. Dies steht im Einklang mit der Emissionshandelsrichtlinie, die die Verwendung eines Teils der Auktionserlöse insbesondere für Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen in Entwicklungsländern vorsieht.

Die Einbeziehung des internationalen Flugverkehrs in den Europäischen Emissionshandel seit Beginn des Jahres 2012 könnte potentiell negative Folgen für Drittstaaten haben, da neben den europäischen Airlines auch die entsprechenden Unternehmen aus Drittstaaten für Flüge in und aus der EU die notwendigen Zertifikate vorweisen müssen. Die diesbezügliche Gesetzgebung war Gegenstand intensiver Analysen sowie Anhörungen von Experten und potentiell Betroffenen. Eine eigens eingerichtete Arbeitsgruppe im Rahmen des "European Climate Change Programme" befand diese Maßnahme als kostengünstigen Weg zur Minderung der Emissionen im Flugverkehr. Die quantitativen Analysen hatten explizit auch mögliche Auswirkungen auf Entwicklungsländer zum Gegenstand (European Commission 2006).

Analysen auf der Basis der Eurocontrol-Daten zeigten, dass Airlines aus Drittstaaten nur in geringem Umfang zu den vom Emissionshandel umfassten Flugbewegungen beitragen und so nur in geringem Umfang von Kostensteigerungen betroffen sind. Zudem sind unter den Drittstaaten die meisten Flugbewegungen zwischen der EU und anderen Industriestaaten zu verzeichnen, so dass die Gesamtbelastung von Unternehmen aus Entwicklungsländern deutlich geringer ausfällt. Die Emissionshandelsrichtlinie sieht außerdem vor, dass im Falle vergleichbarer Klimaschutzmaßnahmen im Flugverkehrssektor in Drittstaaten die von deren Territorium in die EU startenden Flugbewegungen vom EU-ETS ausgenommen werden können.

Zudem führt die Einbeziehung des Flugverkehrs in den ETS aufgrund der Möglichkeit der Nutzung von CDM-Zertifikaten zu einer tendenziell höheren Nachfrage nach CDM-Projekten, was indirekt positive Auswirkungen in Form zusätzlicher Investitionen in Klimaschutztechnologien für die Gruppe der Entwicklungsländer hat.

Unterstützung von Entwicklungsländern bei der Diversifizierung ihrer Energieversorgung:

Deutschland unternimmt vielfältige Anstrengungen, um Entwicklungsländer bei der Diversifizierung ihrer Energieversorgung zu unterstützen und diese damit weniger anfällig für die Entwicklung von Weltmarktpreisen für Energie zu machen. In diesem Zusammenhang sind besonders die Zusammenarbeit im Bereich erneuerbare Energien im Mittelmeerraum und mit den Golfstaaten hervorzuheben, u.a. durch die EU-GCC Energie-Expertengruppe, Zusammenarbeit bei Forschung und Entwicklung, den Mittelmeer-Solarplan, das regionale Exzellenzzentrum für erneuerbare Energien und Energieeffizienz (RCREEE) oder die Beiträge der EU zum Maghreb Electricity Market Integration Project (IMME).

Deutschland ist darüber hinaus an der Finanzierung der Global Energy Efficiency and Renewable Energy Fund (GEEREF) beteiligt, die regionale Investitionsprogramme in Entwicklungsländern in den Bereichen erneuerbare Energien und Energieeffizienz unterstützt. GEEREF zielt darauf ab, den Transfer und die Anwendung von umweltfreundlichen Technologien in den ärmeren Regionen der Welt zu beschleunigen.

Übersicht:

In den folgenden Tabellen werden verschiedene Politiken und Maßnahmen sortiert nach Sektoren sowie ihre direkten und indirekten Effekte auf Entwicklungsländer kurz dargestellt.

Tabelle 337: Querschnittsmaßnahmen

Maßnahme	Direkte Effekte	Indirekte Effekte
Emissionshandel	keine	<u>Positiv:</u> Auktionserlöse werden teilweise für Klimaschutz und Anpassung in EL verwendet
Flugverkehr im Emissionshandel	<u>Negativ:</u> Höhere Kosten für Luftfahrtunternehmen aus Drittstaaten für Flüge in die und aus der EU	<u>Positiv:</u> Auktionserlöse werden teilweise für Klimaschutz und Anpassung in EL verwendet
CDM	<u>Positiv:</u> Zusätzliche Investitionen in Klimaschutzmaßnahmen in EL	keine
Jl	keine	keine
Energie-/CO₂ Steuern	keine	keine

Tabelle 338: Energiepolitische Maßnahmen

Maßnahme	Direkte Effekte	Indirekte Effekte
Förderung Erneuerbarer Energien	keine	<u>Positiv:</u> potentielle Reduzierung der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern, potentielle Verbesserung der Elektrizitätsversorgung ländlicher Räume, Verbesserung der Luftqualität
Förderung von Biokraftstoffen	keine	<u>Negativ:</u> falls importierte Biokraftstoffe zur Vernichtung von Wäldern und anderen CO ₂ -Senken führen oder ihr Anbau zu einer Lebensmittelknappheit/Verteuerung in Entwicklungsländern führt. <u>Positiv:</u> wirtschaftliche Entwicklung
Förderung der Energieeffizienz	keine	<u>Positiv:</u> kann zu einem Sinken der Energiekosten führen und zur einer Verbesserung der Luftqualität
Förderung von KWK	keine	<u>Positiv:</u> Senkt die Energiekosten

Tabelle 339: Landwirtschaft

Maßnahme	Direkte Effekte	Indirekte Effekte
An Lebensmittelsicherheit und Tierschutzstandards gekoppelte Subventionen anstatt solcher an Produktionsmengen gekoppelter	<u>Positiv:</u> führt zu einer Steigerung des Wettbewerbs in der Landwirtschaft	keine
Verbessertes Tierabfall - Management	keine	keine
Biogasnutzung/anaerobe Vergärung	keine	<u>Positiv:</u> vergleichsweise billige Energiequelle.

Tabelle 340: Wald- und Forstwirtschaft

Maßnahme	Direkte Effekte	Indirekte Effekte
Wiederaufforstung	keine	<u>Positiv:</u> weniger Entwaldung
Nachhaltiges Waldmanagement	keine	keine

Tabelle 341: Abfallverwertung/-behandlung

Maßnahme	Direkte Effekte	Indirekte Effekte
CH₄ - Abscheidung von Müll und Klärschlamm	keine	<u>Positiv:</u> kostengünstige Energiequelle
Kompostierung	keine	keine

16 WEITERE INFORMATIONEN

Dieses Kapitel wird derzeit nicht benötigt.

17 ANHANG 1: HAUPTKATEGORIEN DES DEUTSCHEN TREIBHAUSGASINVENTARS [TIER-2-ANALYSE ERST NACH DER RESSORTABSTIMMUNG AKTUALISIERBAR]

Entsprechend der „*IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*“¹²⁶ (*Good Practice Guidance*) sind die Vertragsstaaten der Klimarahmenkonvention und des Kyoto-Protokolls verpflichtet, jährlich Emissionsdaten zu berechnen und zu veröffentlichen.

Diese Emissionsinventare müssen für jeden nachvollziehbar sein (Transparenz), in der Zeitreihe seit 1990 vergleichbar berechnet sein (Konsistenz), durch Anwendung der vorgeschriebenen Berechnungsmethoden international einheitlich bewertet sein (Vergleichbarkeit), alle im Berichtsland relevanten Emissionsquellen und –senken beinhalten (Vollständigkeit) und mit einer Fehlerangabe bewertet sein sowie einem permanentem internen und externen Qualitätsmanagement unterliegen (Genauigkeit).

Um die hierfür notwendigen, vielfältigen und detaillierten Aktivitäten und Ressourcen auf die wesentlichen Quellgruppen der Inventare konzentrieren zu können, wurde durch den IPCC die Definition einer Hauptkategorie (engl.: Key Source) eingeführt. Als solche werden Quellgruppen bezeichnet, die im nationalen Inventarsystem herausgehoben sind, da ihre Emissionen einen signifikanten Einfluss auf die Gesamtemission der direkten Treibhausgase haben, entweder in der absoluten Höhe der Emissionen, im Beitrag zum zeitlichen Emissionstrend oder beides.

In der Good Practice Guidance sind hierzu im Kapitel 7 die für die Bestimmung der Hauptkategorien anzuwendenden Methoden festgelegt. Diese ermöglichen es, durch die Analyse des Inventars für ein Jahr (Tier 1 Level Assessment), die Analyse einer Zeitreihe der Inventarangaben (Tier 1 Trend Assessment), einer detaillierten Analyse der fehlerbewerteten Inventarangaben (Tier 2 Trend Assessment unter Berücksichtigung der Ungenauigkeiten), sowie einer Bewertung qualitativer Kriterien (entsprechend Chapter 7.2.2 GPGAUM) jeweils die Hauptkategorien zu identifizieren.

Die Analysen nach Tier 1 sind dabei immer nach zwei Verfahren durchzuführen. In einem ersten Durchlauf werden lediglich die Emissionen – die Einbindungen in Senken bleiben hier unberücksichtigt – aus Quellen bewertet. In einem zusätzlichen Durchlauf wird dann auch der Betrag (ohne Berücksichtigung des Vorzeichens) der Emissionseinbindung in den Senken mit einbezogen. Beide Ergebnisse differieren dann erwartungsgemäß. Entsprechend der Good Practice Guidance sind beide Ergebnisse bei der Festlegung der Hauptkategorien zu berücksichtigen.

Für die identifizierten Hauptkategorien besteht dann die Verpflichtung, für die Emissionen sehr detaillierte Berechnungsmethoden (Tier 2 oder höher), die ebenfalls in der Good Practice Guidance vorgegeben sind, anzuwenden. Sollte deren direkte Anwendung aus den

126 Dieser Bericht entstand als Reaktion auf eine Anregung der UN Klimarahmenkonvention an den Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Es sollten die Arbeiten zur Bestimmung von Unsicherheiten in Inventaren abgeschlossen und ein Bericht über die „gute Praxis“ des Inventarmanagements vorgelegt werden.

Er wurde mit der Zielstellung erarbeitet, die Staaten bei der Erarbeitung ihrer Emissionsinventare zu unterstützen. Es sollte eine Über- oder Unterbewertung der Ergebnisse vermieden und die Ungenauigkeiten der Inventare so weit wie möglich reduziert werden.

Der Bericht ist im Internet veröffentlicht : <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/gpgaum.htm>

verschiedensten Gründen (z.B. die Datenverfügbarkeit für die benötigten Eingangsgrößen o.ä.) nicht möglich sein, besteht die Verpflichtung, nachzuweisen, dass durch die national angewendeten Methoden mindestens eine vergleichbare Genauigkeit im Berechnungsergebnis erreicht wird. Diese Nachweise sowie auch die insgesamt durchgeführte Hauptkategorienanalyse sind in dem jährlich zu erarbeitenden nationalen Inventarbericht zu beschreiben.

17.1 Beschreibung der Methoden zur Festlegung der Hauptkategorien

Im Nachfolgenden werden die Ergebnisse der Hauptkategorienanalyse nach den beiden Tier 1 Verfahren (Level und Trend), dem Tier-2-Verfahren und der Bewertung qualitativer Kriterien vorgestellt. Auf die Beschreibung der zugrunde gelegten Methoden in der *Good Practice Guidance* wird verwiesen. Abweichend vom dort dargestellten Vorschlag für die Strukturierung der einzubeziehenden Kategorien wurde für diese Analyse ein größerer Grad der Detailliertheit gewählt. Die jährlichen Emissionsinventare wurden hinsichtlich ihrer CO₂-Äquivalentemissionen in insgesamt 120 Einzelaktivitäten aufgesplittet.

17.1.1 Tier-1-Verfahren

Im Ergebnis der **Level-Analyse** werden die Kategorien als Hauptkategorien (●) festgelegt, die im Basisjahr des Kyoto-Protokolls, bzw. im aktuellen Jahr von der Menge der freigesetzten Emissionen 95 % der nationalen Gesamtemission (als CO₂-Äquivalentemission) verursachen. Die Berechnung erfolgte unter Anwendung der Formel 7.1 der *Good Practice Guidance*.

Bei der in dieser Analyse verwandten Kategorienzusammenfassung sind nach diesem Verfahren in der Berichterstattung 2013 insgesamt 31 Hauptkategorien festzustellen (siehe Tabelle 7, Kapitel 1.5).

Im Ergebnis der **Trend-Analyse** werden die Quellgruppen als Hauptkategorien (●) festgelegt, die hinsichtlich der zeitlichen Entwicklung ihres Emissionsbeitrages seit dem Basisjahr zur Änderung der Gesamtreibhausgasemissionen 2011 besonders beigetragen haben. Es spielt hierbei keine Rolle, ob durch diese Änderung eine Minderung oder Steigerung der Emissionen der Gesamtemissionen erfolgt ist. Die Berechnung erfolgte unter Anwendung der Formel 7.2 der *Good Practice Guidance*.

Bei der in dieser Analyse verwendeten Quellgruppengruppenzusammenfassung sind nach diesem Verfahren insgesamt 29 Hauptkategorien festzustellen (siehe Tabelle 7, Kapitel 1.5).

17.1.2 Tier-2-Verfahren

Die Hauptkategorienanalyse nach dem Tier-2-Ansatz beruht auf den Ergebnissen der aktuellen Unsicherheitenbestimmung nach Tier 1. Die Ergebnisse bestätigten in weiten Teilen die Ergebnisse der Tier-1-Hauptkategorien-Analysen. Hinzu kommen jedoch acht weitere Kategorien (siehe Tabelle 8, Kapitel 1.5.1).

17.1.3 Bewertung qualitativer Kriterien

Deutschland führt eine Bewertung der Hauptkategorien durch die Anwendung qualitativer Kriterien durch. Die anzuwendenden Kriterien sind in Chapter 7.2.2 der GPAUM empfohlen und schließen eine Bewertung aufgrund des Einsatzes von Minderungstechniken, der Erwartung einer überproportionalen Zunahme der Emissionen, einer hohen Unsicherheit

oder unerwartet niedriger oder hoher Emissionen einer Kategorie ein. Auf Grund dieser Kriterien können zusätzliche Kategorien als eine Hauptkategorie festgelegt werden.

In der Adipinsäureproduktion (2.B.3) wurde eine redundante Abgasbehandlungsanlage installiert. Aufgrund dessen wird es nach qualitativen Kriterien als Hauptkategorie eingestuft. 2.B.3 ist aber bereits nach Tier 1 Level und Trend eine Hauptkategorie. Unter 2.F.9 werden SF₆-Emissionen aus Schallschutzscheiben berichtet. Noch ist der Trend nicht zu erkennen, aber aufgrund der zunehmenden Entsorgung dieser Scheiben ist mit stark steigenden SF₆-Emissionen in den kommenden Jahren zu rechnen. Deshalb ist es bereits nach den qualitativen Kriterien eine Hauptkategorie. Dies führt zu keiner Änderung da bereits 2F für SF₆ nach Tier 1 Level und Trend eine Hauptkategorie ist. Eine qualitative Wertung aufgrund hoher Unsicherheiten ist nicht erforderlich, da Deutschland eine Tier 2 Hauptkategorienanalyse für das gesamte Inventar alle drei Jahre durchführt. Im Inventar fielen keine unerwartet niedrigen oder hohen Emissionen auf.

Durch die Anwendung qualitativer Kriterien werden in Deutschland keine zusätzlichen Hauptkategorien identifiziert.

Deutschland wendet alle empfohlenen Verfahren für die Ermittlung bzw. Bewertung der Quellkategorien an. Die IPCC-Guidelines schreiben vor dass 95% der Emissionen aus Quellen bzw. Einbindungen in Senken als Hauptkategorien festgelegt werden müssen. Da die Festlegung der Hauptkategorien in Deutschland durch die Kombination der Ergebnisse aller Analysenverfahren und Bewertungen erfolgt, werden insgesamt die verursachenden Aktivitäten für ca. 98 % des Inventars als Hauptkategorien identifiziert.

17.1.4 Hauptkategorien-Analyse für die Kyoto-Berichterstattung

Die folgende CRF-Tabelle NIR.3 enthält die zusammengefassten Informationen zur Hauptkategorien-Analyse der Kyoto-Berichterstattung. Weitere Informationen finden sich in Kapitel 1.5.2.

Tabelle 342: KP CRF Table NIR.3: Summary Overview for Key Categories for Land Use, Land-Use Change and Forestry Activities under the Kyoto Protocol

Key Categories of Emissions and Removals	Gas	Criteria used for Key Category Identification			Comments ⁽³⁾
		Associated category in UNFCCC inventory ⁽¹⁾ is key (indicate which category)	Category contribution is greater than the smallest category considered key in the UNFCCC inventory ⁽¹⁾ , ⁽⁴⁾ (including LULUCF)	Other ⁽²⁾	
Specify key categories according to the national level of disaggregation used ⁽¹⁾					
Afforestation and Reforestation	CO2	Conversion to forest land	Yes	High expected growth.	The value is very close to the value in the smallest category considered key in the UNFCCC inventory. The value has increased about tenfold since 1990.
Deforestation	CO2	Conversion to cropland, Conversion to grassland, Conversion to settlements, Conversion to other land	No	Regarding only Land converted to Grassland: high expected growth.	Regarding only Land converted to Grassland: The value is very close to the value in the smallest category considered key in the UNFCCC inventory. The value has increased about tenfold since 1990.
Forest Management	CO2	Forest land remaining forest land	Yes	None	No Comment

⁽¹⁾ See section 5.4 of the IPCC good practice guidance for LULUCF.

⁽²⁾ This should include qualitative consideration as per section 5.4.3 of the IPCC good practice guidance for LULUCF or any other criteria.

⁽³⁾ Describe the criteria identifying the category as key.

⁽⁴⁾ If the emissions or removals of the category exceed the emissions of the smallest category identified as key in the UNFCCC inventory (including LULUCF), Parties should indicate YES. If not, Parties should indicate NO.

18 ANHANG 2: DETAILLIERTE ERLÄUTERUNG DER METHODEN UND DATEN ZUR BERECHNUNG VON CO₂ EMISSIONEN AUS DER VERBRENNUNG VON BRENNSTOFFEN

18.1 Die Deutsche Energiebilanz

In der Bundesrepublik Deutschland werden von zahlreichen Stellen energiestatistische Daten veröffentlicht, die zum Teil eine unterschiedliche Darstellung, Abgrenzung und Aggregation aufweisen. Die Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland sind die zentrale Datengrundlage für die Ermittlung energiebedingter Emissionen, Szenarien und Prognosen über die Auswirkung energie- und umweltpolitischer Maßnahmen. Die Verbände der deutschen Energiewirtschaft fassen jährlich gemeinsam mit wirtschaftswissenschaftlichen Forschungsinstituten im Rahmen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) die relevanten Daten zu einem geschlossenen Bild zusammen und machen dieses Zahlenwerk als Energiebilanzen der Öffentlichkeit zugänglich.

Die vollständigen Energiebilanzen für die Jahre seit 1990 werden im Internet bereitgestellt unter:

<http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=63>

Auf der Internetseite der AGEB ist in deutscher und englischer Sprache auch ein Vorwort zu den Energiebilanzen veröffentlicht, in dem Erläuterungen zur Struktur der Energiebilanz gegeben werden.

Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen sind (Stand: Oktober 2012):

- Bundesverband der deutschen Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW), Berlin
- Deutscher Braunkohlen-Industrie- Verein e.V. (DEBRIV), Köln,
- Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin,
- Energiewirtschaftliches Institut an der Universität Köln (EWI), Köln,
- EEFA GmbH, Münster
- Gesamtverband des deutschen Steinkohlenbergbaus (GVSt), Herne,
- Mineralölwirtschaftsverband (MWV), Berlin,
- Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI), Essen.
- Verein der Kohlenimporteure e.V., Hamburg

Die Arbeit der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen wird außerdem unterstützt durch den Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V.(VIK). Die Gesamtverantwortung für die Erstellung der Energiebilanzen obliegt seit dem Bilanzjahr 1994 dem DIW (Berlin), seit 2002 in Kooperation mit EEFA (Energy Environment Forecast Analysis GmbH) sowie Herrn Roszbach vom MWV für den Mineralölteil. Insgesamt liefern die Energiebilanzen unter Berücksichtigung der überhaupt verfügbaren Daten ein umfassendes Bild der Energiemengenstrukturen nach Aufkommen und Verwendung in der deutschen Volkswirtschaft.

Die wichtigsten Quellen sind in der Tabelle 343 aufgelistet. Hinzu kommen in einer Reihe von Fällen, z.B. zur Darstellung des nichtenergetischen Verbrauchs seitens der chemischen Industrie, persönliche Expertenmitteilungen.

Tabelle 343: Datenquellen für die Energiebilanzen

Alle Energieträger	Statistisches Bundesamt 43 Produzierendes Gewerbe: Bereich Energie- und Wasserversorgung 433 Fachstatistiken im Bereich Energie- und Wasserversorgung 43311 Monatsbericht über die Elektrizitätsversorgung (066) 43321 Monatsbericht über die Gasversorgung (068) 43331 Erhebung über Stromabsatz, Erlöse (083) 43341 Erhebung über Abgabe, Ein- und Ausfuhr von Gas so-wie Erlöse (082) 43351 Erhebung über Stromerzeugungsanlagen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe (067) 43371 Jahreserhebung über die Stromeinspeisung bei Netzbetreibern (070) 43381 Jahreserhebung über Klärgas (073) 43391 Jahreserhebung über Flüssiggas (075) 434 Fachstatistiken im Bereich Energie- und Wasserversorgung: Wärmeversorgung 43411 Jahreserhebung über Erzeugung, Verwendung, Bezug und Abgabe von Wärme (064) 43421 Erhebung über Geothermie (062) 435 Übrige Fachstatistiken im Bereich Energie- und Wasserversorgung 43511 Monatserhebung über Ein- und Ausfuhr von Kohle (061) 43521 Erhebung über Biotreibstoffe (063) 43531 Jahreserhebung über die Energieverwendung im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe (060) Wolfgang Bayer (2003): Amtliche Statistik neu geregelt in: Wirtschaft und Statistik, Heft 1, S. 33-40. Bundesverband der deutschen Energie- und Wasserwirtschaft - BDEW - e.V. BDEW-Jahresstatistik BDEW-Umfragen zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen Marktforschungsergebnisse, Firmenangaben, Berechnungen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen
	Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. Der Kohlenbergbau in der Energiewirtschaft der Bundesrepublik Deutschland – Jahresberichte Zahlen zur Kohlenwirtschaft Absatzstatistik und sonstige unveröffentlichte Energiestatistiken
Steinkohle und Braunkohlen	
Mineralöle	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrollen Amtliche Mineralölstatistik für die Bundesrepublik Deutschland Mineralölwirtschaftsverband e.V. (MWV) Mineralöl-Zahlen – Jahresberichte Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V. Jahresberichte Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

(AGEB, 2010)

18.2 Aufbau der Energiebilanzen

Die Energiebilanzen bieten in Form einer Matrix eine Übersicht der energiewirtschaftlichen Verflechtungen. Sie erlauben damit nicht nur Aussagen über den Verbrauch von Energieträgern in den einzelnen Quellgruppen, sondern geben ebenso Auskunft über ihren Fluss von der Erzeugung bis zur Verwendung in den unterschiedlichen Erzeugungs-, Umwandlungs- und Verbrauchsbereichen (siehe Abbildung 78). In der **Aufkommensbilanz** werden:

- die Gewinnung im Inland
- die Einfuhr
- die Bestandsentnahmen
- die Ausfuhr

- die Hochseebunkerung
- die Bestandsaufstockungen

von Energieträgern dargestellt und zum **Primärenergieverbrauch** zusammen gefasst. Die Primärenergiebilanz ist Grundlage für die Berechnungen des IPCC-Referenzverfahrens (PROGNOS, 2000). Maßgebend für die Emissionsinventarerstellung ist die **Verwendungsbilanz**. Auch über die Verwendungsbilanz lässt sich der Primärenergieverbrauch ermitteln. Sie umfasst:

- die Umwandlungsbilanz
- die Fackel- und Leitungsverluste
- den Nichtenergetischen Verbrauch und
- den Endenergieverbrauch.

Unterschiede zwischen Aufkommens- und Verwendungsbilanz werden durch die Position „Statistische Differenzen“ ausgeglichen.

Die **Umwandlungsbilanz** als Bestandteil der Verwendungsbilanz gibt an, welche Energieträger in andere Energieträger umgewandelt werden. Der Umwandlungsausstoß zeigt das Ergebnis dieser Umwandlung. Die Umwandlung von Energie kann stofflicher Natur sein, z. B. die Umwandlung von Rohöl (Umwandlungseinsatz) in Mineralölprodukte (Umwandlungsausstoß) oder physikalischer Natur, z. B. durch die Verbrennung von Steinkohlen (Umwandlungseinsatz) in Kraftwerken zur Erzeugung elektrischer Energie (Umwandlungsausstoß). Der Energieverbrauch im Umwandlungsbereich weist aus, wie viel Energie zum Betrieb der Umwandlungsanlagen benötigt wurde (Eigenverbrauch des Umwandlungsbereichs). Die Umwandlungsbilanz wird nach 12 Anlagenarten differenziert.

Die Energiebilanz bis 1994			Zeile
Primärenergiebilanz		Gewinnung im Inland	1
		Einfuhr	2
		Bestandsentnahmen	3
		Energieaufkommen im Inland	4
		Ausfuhr	5
		Hochseebunkerungen	6
		Bestandsaufstockungen	7
Umwandlungsbilanz	Umwandlungseinsatz	Primärenergieverbrauch im Inland	8
		Kokereien	9
		Ortsgaswerke	10
		Steinkohlenbrikettfabriken	11
		Braunkohlenbrikettfabriken	12
		öffentliche Wärmekraftwerke	13
		Zechen- und Grubenkraftwerke	14
		Sonstige Industriewärmekraftwerke	15
		Kernkraftwerke	16
		Wasserkraftwerke	17
		Heizkraftwerke, Fernheizwerke	18
		Hochöfen	19
		Raffinerien	20
		Sonstige Energieerzeuger	21
		Umwandlungseinsatz insgesamt	22
	Umwandlungsausstoß	Kokereien	23
		Ortsgaswerke	24
		Steinkohlenbrikettfabriken	25
		Braunkohlenbrikettfabriken	26
		öffentliche Wärmekraftwerke	27
		Zechen- und Grubenkraftwerke	28
		Sonstige Industriewärmekraftwerke	29
		Kernkraftwerke	30
		Wasserkraftwerke	31
		Heizkraftwerke, Fernheizwerke	32
		Hochöfen	33
		Raffinerien	34
		Sonstige Energieerzeuger	35
		Umwandlungsausstoß insgesamt	36
	Verbrauch in der Energiegewinnung und in den Umwandlungsbereichen	Steinkohlenzechen-, brikettfabriken	37
		Kokereien	38
		Ortsgaswerke	39
		Braunkohlengruben, -brikettfabriken	40
		Kraftwerke	41
		Erdöl- und Erdgasgewinnung	42
		Raffinerien	43
		Sonstige Energieerzeuger	44
		E.-Verbrauch im Umwandl.-Bereich insgesamt	45
		Fackel- u. Leitungsverluste, Bewertungsdiff.	46
		Energieangebot im Inland	47
Endenergieverbrauch	nach Sektoren	n. Umwandlungsbilanz	48
		Nichtenergetischer Verbrauch	49
		Statistische Differenzen	50
		Endenergieverbrauch	51
		Übriger Bergbau	52
		Steine und Erden	53
		Eisenschaffende Industrie	54
		Eisen-, Stahl- und Tempergießereien	55
		Ziehereien und Kaltwalzwerke	56
		NE-Metallerzeug., -halbzeugwerke, -gießereien	57
		Chemische Industrie	58
	nach Sektoren	Zellstoff-, Papier- und Pappeherzeugung	59
		Gummiverarbeitung	60
		Übriges Grundstoff- u. Produktionsgütergew.	61-65
		Grundstoff- und Produktionsgütergewerbe	61
		Maschinenbau	62
		Straßen-, Luft- und Raumfahrzeugbau	63
		Elektrotechnik, Feinmechanik, Optik	64
		Eisen-, Blech- und Metallwaren	65
		Übriges Investitionsgüter produz. Gewerbe	66-69
		Investitionsgüter produzierendes Gewerbe	66
		Glas und Feinkeramik	67
	nach Sektoren	Herstellung von Kunststoffwaren	68
		Textilgewerbe	69
		Übriges Verbrauchsgüter produz. Gewerbe	70-72
		Verbrauchsgüter produzierendes Gewerbe	70
		Zuckerindustrie	71
		Übriges Nahrungsmittelgewerbe	72
		Genußmittelgewerbe	73
		Nahrungs- und Genußmittelgewerbe	74
		Übriger Bergbau u. Verarbeit. Gewerbe insg.	75
		Schienenverkehr	76
		Straßenverkehr	77
	nach Sektoren	Luftverkehr	78
		Küsten- und Binnenschifffahrt	79
		Verkehr insgesamt	80
		Haushalte und Kleinverbraucher insgesamt	
		Militärische Dienststellen	

Quelle: AGE, 2003

Abbildung 78: Zeilenstruktur der Energiebilanzen bis 1994 sowie ab 1995

Der **Nichtenergetische Verbrauch** als Bestandteil der Verwendungsbilanz wird ohne Zuordnung zu Anlagenarten oder Wirtschaftszweigen insgesamt ausgewiesen. Er beschreibt, welche Energieträger als Rohstoffe eingesetzt werden (z. B. in der Chemischen Industrie Umwandlung von Energieträgern in Kunststoffe).

Schließlich zeigt die Verwendungsbilanz, in welchen Endverbrauchssektoren Energie in die letztlich benötigte Nutzenergie (z. B. Kraft, Licht, Raum- und Prozesswärme) umgewandelt wird (**Endenergieverbrauch**). Dies umfasst die Industrie, unterteilt in 14 Wirtschaftszweige, den Verkehr, die Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher (inklusive Landwirtschaft).

Die Abbildung 78 zeigt die Gliederung von Aufkommen- und Verwendungsbilanz in den Energiebilanzversionen bis 1994 und ab 1995.

Energieträgerstruktur in den Energiebilanzen			
bis einschließlich 1994		von 1995 an	
Steinkohlen	SK - Kohle SK-Koks SK-Briketts SK-Rohteer SK-Pech SK-Andere Rohbenzol	Stein-kohlen	SK-Kohle SK-Briketts SK-Koks Andere SK-Produkte
Braunkohlen	BK-Kohlen BK-Briketts BK-Koks BK-Staubk. BK-Hartk.	Braun-kohlen	BK-Kohlen BK-Briketts Andere BK-Produkte Hartbraunkohle
Sonstige feste Brennstoffe	Brennholz Brenntorf Klar.-Müll	Mineralöle	Erdöl Ottokraftstoff Rohbenzin Flugturbinenkraftstoff Dieselkraftstoff Heizöl leicht Heizöl schwer Petrolkoks Flüssiggas Raffineriegas Andere Mineralölprodukte
Mineralöle	Erdöl Mot.benzin Rohbenzin Flugbenz. Schw. Flkr. Diesel Heilöl, l. Heizöl, s. Petrolkoks MIN-And.	Gase	Kokerei- u. Stadtgas Gichtgas u. Konvertergas Erdgas, Erdölgas Grubengas
Gase	Flüssiggas Raffgas Kokereigas Gichtgas Erdgas Erdölgas Grubengas Klärgas	Erneuerbare Energien	wasserkraft Wind- u. Photovoltaikanlagen Müll und sonstige Biomassen Sonst. Erneuerb. Energien
Elekt. Strom und andere Energieträger	Strom Wasserk. Kernenergie Fernwärme Sonstige ET	Elektr. Strom und andere Energieträger	Strom Kernenergie Fernwärme
Energie-träger insgesamt	Primär-ET Sekundär-ET Summe	Energie-träger insgesamt	Primär-ET Sekundär-ET Summe

Quelle: ZIESING et al, 2003

Abbildung 79: Energieträger der Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland

Der Energiefluss in den Energiebilanzen ist dargestellt für 30 Energieträger. Diese Energieträger können den folgenden Hauptgruppen zugeordnet werden:

- Steinkohlen,
- Braunkohlen,
- Mineralöl (einschließlich Flüssiggas und Raffineriegas),
- Gase (Kokerei- u. Gichtgas, Erdgas, Grubengas, ohne Deponie- u. die o.g. Gase),
- Erneuerbare Energie (einschließlich Abfallbrennstoffe),
- Elektrischer Strom und andere Energieträger.

Energiebilanzen liegen für die Jahre 1990 bis 1994 getrennt für die alten und neuen Bundesländer sowie für Deutschland insgesamt vor. Mit der Umstellung der amtlichen Statistik auf die Klassifikation der Wirtschaftszweige (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, 2002c) wird seit 1995 nur noch eine Energiebilanz für Deutschland insgesamt (in der Gebietsabgrenzung vom 3. Oktober 1990) vorgelegt. Die Unterteilung der Hauptgruppen (bis 1994 und ab 1995) ist in Abbildung 79 dargestellt. Über die Satellitenbilanz „Erneuerbare Energien“ werden die Erneuerbaren Energien ab 1996 weiter aufgeschlüsselt (AGEB 2003).

Ab dem Jahr 2000 wurde die Energieträgerstruktur im Bereich Erneuerbare Energien / Müll geändert: Wasser- und Windkraft incl. PV wurden zusammengefasst und Müll/Biomasse wurde in erneuerbare und nicht erneuerbare Anteile aufgesplittet. Seit dem Jahr 2004 werden in der Energiebilanz nicht erneuerbare Abfälle und Abwärme auch im Endenergieverbrauch verbucht.

In der Energiebilanz werden die Energieträger in *natürlichen Einheiten* wie Tonnen (t) für feste und flüssige Brennstoffe, Kubikmeter (m³) für Gase, Kilowattstunden (kWh) für elektrische Energie, Joule (J) für Müll, Erneuerbare Energien, Kernenergie und Fernwärme angegeben. Um die Angaben vergleichbar und additionsfähig zu machen, werden alle Werte über Heizwerttabellen und Umrechnungsfaktoren in die Einheit Joule (J) umgerechnet. Anders als in Gasstatistiken oder internationalen Energiebilanzen werden in der Energiebilanz auch die Gase auf den Heizwert bezogen.

Gegenwärtig sind die Energiebilanzen bis 2010 veröffentlicht. Um den Bedürfnissen der Emissionsberichterstattung nach Aktualität Rechnung zu tragen wurde bis zur Berichterstattung 2010 durch das Umweltbundesamt auf Grundlage der Auswertungstabellen eine vorläufige Energiebilanz erstellt. Seit der Berichterstattung 2011 wird dem UBA von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen eine vollständige vorläufige Energiebilanz für die Inventarerstellung zur Verfügung gestellt.

18.3 Methodische Aspekte: Energiebedingte Aktivitätsraten

Die im UBA erstellten Inventare für Luftschadstoffe und Treibhausgase bauen auf den von der AG Energiebilanzen erstellten Energiebilanzen für Deutschland auf. Dabei lassen sich die zur Emissionsberechnung benötigten Daten direkt aus den Energiebilanzzeilen 11, 12, 15, 16, 40, 60 sowie 65 und 68 ablesen. Für Biomassebrennstoffe muss je nach Einsatzstoff auch EBZ 14 und 19 zur Berechnung herangezogen werden.

Um den speziellen Anforderungen für die Emissionsberechnung gerecht zu werden und die Vollständigkeit der Daten zu gewährleisten, muss in einigen wenigen Fällen von der oben genannten Systematik abgewichen und es müssen weitere Daten hinzugefügt werden:

- Der emissionsrelevante Brennstoffeinsatz zur Braunkohlentrocknung muss aus der EBZ 10 herausgerechnet werden. Die genaue Beschreibung der Quellgruppe 1.A.1.c erfolgt im Kapitel 3.2.8.2.

- Der Erdgaseinsatz in den Kompressoren konnte für die Jahre 1995-2002 direkt aus der Energiebilanz (EBZ 33) entnommen werden. Für die Jahre 1990-1994 sowie ab dem Jahr 2003 müssen die Werte außerhalb der Energiebilanz berechnet werden. Die Beschreibung der Methode erfolgt im Kapitel 3.2.10.5.2 (Quellgruppe 1.A.3.e).
- Da die verbrannten Abfallmengen in der Energiebilanz aus systematischen Gründen bzw. unter dem Fokus der Energieerzeugung nicht über alle Jahre vollständig erfasst werden, muss auch in diesem Fall mit Hilfe der Abfallstatistik ergänzt werden. Erläuterungen dazu sind im Kapitel 3.2.6.2 (Quellgruppe 1.A.1.a) sowie im Kapitel 3.2.9.11.2 (Quellgruppe 1.A.2.f Sonstige) vorhanden.
- Der Brennholzeinsatz in den Quellgruppen Gewerbe, Handel, Dienstleistungen wird in der Energiebilanz nicht ausgewiesen und muss ergänzt werden. Die Beschreibung für die Quellgruppe 1.A.4 erfolgt im Kapitel 3.2.11.2.

Der Reduktionsmitteleinsatz zur Herstellung von Roheisen wird in der Energiebilanz z.T. als energetischer Verbrauch in der EBZ 54 und z.T. als Umwandlungseinsatz in EBZ 17 (Gichtgasäquivalent) ausgewiesen. Der Einsatz des dabei entstehenden Gichtgases zur Energieerzeugung wird in den entsprechenden Energiebilanzzeilen 11, 12, 15, 33 und 54 verbucht. Um Doppelzählungen zu vermeiden werden die in der EBZ 54 verbuchten Brennstoffeinsätze aus dem Hochofen sowie das Gichtgasäquivalent nicht mit berichtet.

18.4 Unsicherheiten, Zeitreihenkonsistenz und Qualitätssicherung der Energiebilanz

Im Bestreben um stets aussagefähige Energiebilanzen ist es erforderlich, Umstellungen bei den zugrunde liegenden Statistiken, den Wandel in der Energiewirtschaft und die veränderten Anforderungen der Datennutzer zu berücksichtigen. Schon in den siebziger Jahren wurden entsprechende Anpassungen vorgenommen. Nicht zuletzt bedingt durch die zunehmende Liberalisierung der Energiemärkte, aber auch im Zusammenhang mit der Herausbildung eines europäischen Binnenmarktes – hat sich die energiestatistische Datenbasis in den Umbruchjahren verschlechtert (ZIESING et al, 2003). Mit Einführung des seit 2003 wirksamen Energiestatistikgesetzes hat sich die Datengrundlage wieder verbessert, wobei die andere Erfassung Anpassungen im Datengerüst erforderlich machten. Im Jahr 2009 erfolgte eine Revision der Energiebilanzen 2003 bis 2006. Veränderungen wurden durchgeführt beim Umwandlungseinsatz für die Energieträger Erdgas, Erdölgas und erneuerbare Energieträger, und zwar für die Energiebilanzzeilen 11 (Wärmeleistungwerke der allgemeinen Versorgung), 12 (Industriewärmeleistungwerke), 14 (Wasser-, Windkraft-, Fotovoltaik- und andere Anlagen), 15 (Heizkraftwerke der allgemeinen Versorgung), 16 (Fernheizwerke), 19 (Sonstige Energieerzeuger), 66 (Haushalte) und 67 (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher). Diese Veränderungen haben auch Auswirkungen auf die Summe des Umwandlungseinsatzes und des Primärenergieverbrauchs (vgl. DIW, EEFA, 2009: Dokumentation zur Revision der Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland für die Jahre 2003 bis 2006).

Die Veränderungen beziehen sich zum einen auf die genutzten Datenquellen – es erfolgte weitestgehend eine Umstellung auf Grundlage der öffentlichen Statistik - zum anderen auf die Zuordnung der Brennstoffeinsätze auf die Strom- und Wärmeenergieerzeugung in KWK-Anlagen. Die gesonderte Ausweisung von KWK in der öffentlichen Statistik führte zur Neuberechnung der Energiebilanzen mit Hilfe der finnischen Methode. Diese beiden Effekte führen nur in wenigen Fällen, wie z.B. beim Einsatz von Grubengas in öffentlichen Kraftwerken sowie beim Einsatz von Steinkohle und Erdgas in Fernheizwerken zu auffälligen Brüchen in den Zeitreihen

zwischen 2002 und 2003. Rückwirkend lässt sich die Datenlage vor 2002 allerdings nicht verbessern.

Die Revision wurde gleichzeitig genutzt, um Datenaktualisierungen des *Statistischen Bundesamtes* und des BAFA zu berücksichtigen, die nach Veröffentlichung der Energiebilanzen eingetreten sind. In der Revision sind außerdem die Wirkungsgrade der Stromerzeugung bei Einsatz von biogenen Brennstoffen für das Jahr 2003 an die seit 2004 angewandten Wirkungsgrade angepasst worden.

18.4.1 Das Bilanzjahr 1990 und die Energiebilanzen für 1991 bis 1994

Für die nationalen Emissionsinventare, insbesondere aber für den zeitlichen Bezug der vereinbarten Klimaschutzpolitischen Emissionsminderungsziele, spielt das Basisjahr 1990 eine zentrale Rolle. Für Deutschland ist damit freilich das Problem verbunden, dass es – über das ganze Jahr 1990 gesehen – keinen einheitlichen staatlichen Gebietsstand gegeben hat. Mit den radikalen, auch ökonomischen Einbrüchen und den grundlegenden organisationsstrukturellen Verwerfungen auf dem Gebiet der DDR bzw. der neuen Bundesländer sind für 1990 auch die energiestatistischen Erfassungsmöglichkeiten für das ostdeutsche Teilgebiet erheblich erschwert worden. Teilweise hatte dies auch Rückwirkungen für die alten Bundesländer, für die indes von der AGEB noch Bilanzen in der herkömmlichen Weise erarbeitet und veröffentlicht werden konnten (ZIESING et al, 2003).

Für die DDR bzw. für die neuen Bundesländer hatte es das Institut für Energetik (IfE) in Leipzig übernommen, eine Energiebilanz für 1990 in einer mit den westdeutschen Bilanzen kompatiblen Systematik zu erstellen (IFE, 1991). Dabei konnte das Institut auf eine Untersuchung zurückgreifen, die zuvor unter Federführung des DIW Berlin u.a. die Erarbeitung entsprechender Energiebilanzen für die DDR für die Jahre von 1970 bis 1989 zur Aufgabe hatte (DIW, 1991). Für die im Rahmen des EUROSTAT-Vorhabens (ZIESING et al, 2003) neu erstellten Energiebilanzen für das Jahr 1990 und für Deutschland insgesamt werden diejenige der AGEB für die alten Bundesländer und jene des IfE für die neuen Bundesländer aggregiert. Dabei sind entsprechend der von 1995 an geltenden Systematik an den Ursprungsbilanzen für 1990 sowie für die Jahre 1991 bis 1994 einige Änderungen vorgenommen worden (vergleiche ZIESING et al, 2003). So wurde entsprechend dem Vorgehen der internationalen Organisationen (IEA, EUROSTAT, ECE) auch bei den Energiebilanzen für Deutschland seit 1995 geltenden so genannten Wirkungsgradansatz statt dem früher verwendeten Substitutionsansatz gefolgt und bis zum Jahr 1990 nach der Wirkungsgradmethode zurückgerechnet.

Mangels entsprechender Daten konnte die Differenzierung des Endenergieverbrauchs nach den Quellgruppen im verarbeitenden Gewerbe nicht angepasst werden. Für diese hat sich die Systematik von 1995 an mit dem Übergang von der Systematik des produzierenden Gewerbes (SYPRO) auf die Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 1993 (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, 2002c) deutlich geändert.

Diese Energiebilanzen werden als die maßgebliche energiestatistische Grundlage für die Ermittlung der energiebedingten CO₂-Emissionen in Deutschland angesehen.

Bei der Überarbeitung der Aktivitätsraten für stationäre Feuerungen im Jahr 1990 für die neuen Bundesländer ergaben sich Verschiebungen von Brennstoffeinsätzen zwischen Energiebilanzzeilen, der Gesamtrahmen blieb jedoch unverändert.

18.4.2 Qualitätsbericht der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen zur Erstellung der Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland

Zur Dokumentation ihrer Qualitätssicherungsmaßnahmen bei der Erstellung der Energiebilanzen legt die AGEB seit dem Jahr 2012 dem Umweltbundesamt einen gemeinsamen Qualitätsbericht vor. Die Inhalte der im letzten Jahr gelieferten Einzelberichte sind darin enthalten.

Der Inhalt der aktuellen Berichte wird im Folgenden wortgetreu veröffentlicht (andere Schriftart).

18.4.2.1 Hintergrund

Im Rahmen der Treibhausgasemissionsberichterstattung hat der Koordinierungsausschuss des Nationalen Systems Emissionsinventare Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung (QK/QS) festgelegt. Diese sind auf allen Ebenen der Inventarerstellung einzuhalten. Einer der wichtigsten Datensätze zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen sind die Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland, mit deren Erstellung die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) beauftragt ist. Das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung e.V. (DIW Berlin) und das EEFA-Forschungsinstitut arbeiten als Unterauftragnehmer für die AGEB daran mit. Die Bearbeiter der Energiebilanzen sind gehalten, dabei die Mindestanforderungen an QK/QS wie Transparenz, Konsistenz, Vergleichbarkeit, Vollständigkeit und Genauigkeit zu erfüllen.

Zur Dokumentation ihrer Datenquellen und Qualitätssicherungsmaßnahmen bei der Erstellung der Energiebilanzen legt die AGEB dem Umweltbundesamt hiermit den aktuellen Qualitätsbericht vor. Er bezieht sich insbesondere auf die Energiebilanz 2010 und die Schätzbilanz 2011. Im Anhang sind methodische Änderungen ab 2010 und Revisionen 2003 bis 2009 dargestellt sowie ein Vergleich der Schätzbilanz 2011 mit der Energiebilanz 2010 und ein Vergleich der Energiebilanz 2010 mit der Schätzbilanz 2010.

18.4.2.2 Arbeitsteilung bei der Erstellung der Energiebilanzen

Das DIW Berlin ist für die Erstellung der Energiebilanzen und Auswertungstabellen für die Energieträger:

- Erdgas, Erdölgas,
- Wasser, Wind und Photovoltaik,
- Biomasse und erneuerbare Abfälle,
- Sonstige erneuerbare Energieträger,
- Nicht-erneuerbare Abfälle, Abwärme u.a.,
- Strom,
- Kernenergie und
- Fernwärme

verantwortlich.

Darüber hinaus koordiniert das DIW Berlin im Rahmen der Energiebilanzarbeiten die vierteljährlichen Schätzungen des Primärenergieverbrauchs für die Bundesrepublik Deutschland und schätzt dafür den Energieträger „Sonstiges“.

Des Weiteren vergibt das DIW Berlin einen Werkvertrag an Herrn Ulrich Rossbach, der den Mineralölteil der Energiebilanzen bearbeitet. Herr Rossbach ist für die Erstellung der Energiebilanzen und Auswertungstabellen für die Energieträger:

- Erdöl (roh),
- Ottokraftstoffe,

- Rohbenzin,
- Fluturbinenkraftstoffe,
- Dieselkraftstoff,
- Heizöl leicht
- Heizöl schwer,
- Petrolkoks,
- Flüssiggas,
- Raffineriegas und
- Andere Mineralölprodukte

verantwortlich.

In den Aufgabenbereich des EEFA-Forschungsinstituts fällt die Erstellung der vollständigen Energiebilanzen (einschl. Auswertungstabellen) für die Energieträger:

- Steinkohle, Steinkohlenkoks, Steinkohlebriketts und Andere Steinkohlenprodukte,
- Braunkohle (roh), Braunkohlenbriketts, Andere Braunkohlenprodukte und Hartbraunkohle sowie die Gase
- Kokerei- und Stadtgas, Gicht- und Konvertergas sowie Grubengas.

Darüber hinaus koordiniert das EEFA Institut im Rahmen der Energiebilanzarbeiten die Lieferungen bzw. Meldungen energiestatistischer Daten im Rahmen internationaler Verpflichtungen (sog. IEA/EUROSTAT Joint Questionnaires).

Beginnend mit dem Energiebilanzjahr 2009 wird im Rahmen der Arbeiten für die Auswertungstabellen eine Schätzbilanz erstellt. In sie fließen die Daten aus der Statistik-Nr. 066 (Erhebung über die Elektrizitäts- und Wärmezeugung der Stromerzeugungsanlagen der allgemeinen Versorgung) des Statistischen Bundesamtes (StBA) und Verbandsdaten des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW) sowie Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien–Statistik (AGEE-Stat) zu den „Sonstigen erneuerbaren Energieträgern“ ein. Die Schätzungen werden insbesondere mit dem BDEW und der AGEE-Stat abgestimmt.

Zu diesem frühen Zeitpunkt liegen i.d.R. wichtige amtliche Datenquellen wie z.B. die Erhebungen über den Energieverbrauch der Industriesektoren noch nicht vor. Diese Datenlücken werden mit Hilfe von Schätzungen geschlossen. Es liegt auf der Hand, dass die Energiebilanz-Schätzung nicht die hohen Anforderungen an die Datenqualität erfüllen kann wie die endgültige Energiebilanz, die erst mit einer zeitlichen Verzögerung von etwa einem Jahr publiziert wird.

18.4.2.3 Qualität der verwendeten Datenquellen

Zur Erstellung der Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland verwendet das DIW Berlin folgende Daten des Statistischen Bundesamts:

- Erhebung über die Energieverwendung der Betriebe des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden sowie des Verarbeitenden Gewerbes,
- Erhebung über die Stromerzeugungsanlagen im Bergbau und des Verarbeitenden Gewerbes,
- Erhebung über die Elektrizitäts- und Wärmezeugung der Stromerzeugungsanlagen der allgemeinen Versorgung,
- Erhebung über Erzeugung, Bezug, Verwendung und Abgabe von Wärme,
- Erhebung über die Stromeinspeisung bei Netzbetreibern,
- Erhebung über Gewinnung, Verwendung und Abgabe von Klärgas,
- Erhebung über Abgabe, Ein- und Ausfuhr von Erdgas und Erdölgas sowie Erlöse der Produzenten,

- Erhebung über Aufkommen, Abgabe, Ein- und Ausfuhr von Gas sowie Erlöse der Gasversorgungsunternehmen und der Gashändler sowie
- die Amtliche Mineralölstatistik (AMS), Tabelle 9 für Biotreibstoffe des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) für die erneuerbaren Energieträger, die in der Satellitenbilanz abgebildet werden.

Die Daten des Statistischen Bundesamts (StBA) sowie des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) unterliegen amtlichen Qualitätsanforderungen. Die Qualitätsberichte des StBA können im Internet auf der Homepage bezogen werden:

<http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Navigation/Publikationen/Qualitaetsberichte/Qualitaetsberichte.psml> (gelesen am 08.08.2011).

Neben den verfügbaren amtlichen Daten verwendet das DIW Berlin folgende Verbandsdaten:

- Angaben zur Bruttostromerzeugung in der Bundesrepublik Deutschland (BDEW)
- Angaben zur Stromerzeugung in Kernkraftwerken (Deutsches Atomforum e.V.)

sowie Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) für die „Sonstigen erneuerbaren Energieträger“.

Eine ergänzende Informationsquelle zum Energieverbrauch der Privaten Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel und Dienstleistungen stellen methodisch abgesicherte Studien dar, die vom Bundeswirtschaftsministerium in regelmäßigen Abständen in Auftrag gegeben werden.

Eine Grundvoraussetzung jeden wissenschaftlichen Arbeitens am DIW Berlin ist die Einhaltung Forschungsethischer Prinzipien, die für Forschung und Beratung gelten. Diese Regelungen basieren auf den „Vorschlägen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ der Kommission „Selbstkontrolle in der Wissenschaft“ der DFG den Empfehlungen zu guter wissenschaftlicher Praxis und den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz sowie dem „Ethikkodex des Vereins für Socialpolitik“.

Zur Erstellung der Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland für den Mineralölteil verwendet der Bearbeiter Ulrich Rossbach folgende amtliche Daten:

- Amtliche Mineralölstatistik für die Bundesrepublik Deutschland (AMS) des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), Eschborn
- Erhebung über die Energieverwendung der Betriebe des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden sowie des Verarbeitenden Gewerbes (Fachserie 60, Statistisches Bundesamt und statistische Landesämter), Wiesbaden und Erhebungen für 16 Bundesländer
- Erhebung über die Stromerzeugungsanlagen im Bergbau und des Verarbeitenden Gewerbes (F.S. 067, StBA); dito Erhebungen für 16 Bundesländer, (StLA)
- Erhebung über die Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung der Stromerzeugungsanlagen der allgemeinen Versorgung, (F.S. 066, StBA)
- Erhebung über Erzeugung, Bezug, Verwendung und Abgabe von Wärme, (F.S. 064, StBA)
- Erhebung über Erzeugung, Bezug, Verwendung und Abgabe von Flüssiggas (F.S. 075, StBA); dito Erhebungen der 16 Bundesländer
- Finanzen und Steuern, Energiesteuer F.S. 14, Reihe 9.3, StBA).

Die Daten des Statistischen Bundesamts (StBA) sowie des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) unterliegen amtlichen Qualitätsanforderungen. Die Qualitätsberichte des StBA können im Internet auf der Homepage

<http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Navigation/Publikationen/Qualitaetsberichte/Qualitaetsberichte.psml> (gelesen am 08.08.2011)

bezogen werden.

Neben den verfügbaren amtlichen Daten werden folgende Daten verwendet:

- Angaben zum Aufkommen und Verbrauch von Mineralöl (MWV-Jahresbericht/MWV-Mineralöl-Zahlen, div. Jahrgänge; Mineralölwirtschaftsverband e.V., Berlin)
- Firmen- und Einzelangaben zum Aufkommen und Verbrauch von Mineralöl (MWV, Berlin und MWV-Mitgliedsunternehmen; direkte Befragungen von Verbrauchern, Verbänden)
- Angaben zur Erdöl- und Erdgasgewinnung (W.E.G. Jahresbericht des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V.)
- Jahresbericht, div. Jg., (DVFG, Deutscher Verband Flüssiggas e.V., Berlin)
- Statistik, div. Jg., (VDV, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen DVFG, Köln)
- Div. Studien zum Energieverbrauch der Sektoren „Private Haushalte“ und „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“, im Auftrage des Bundesministerium für Wirtschaft, Berlin
- Diverse Studien zum Kraftstoffverbrauch von Maschinen des „Non-Road-Sektors“, ifeu-Institut GmbH, Heidelberg

Zur Erstellung der Energiebilanz nutzt das EEFA-Institut in der Reihenfolge der Bedeutung amtliche Statistiken, Erhebungen und Statistiken der Verbände in der Energiewirtschaft sowie Daten aus Erhebungsstudien der Forschungsinstitute sowie zum Schließen von unvermeidbaren Datenlücken eigene Expertenschätzungen. Als amtliche Datenquellen werden im Wesentlichen folgende Statistiken verwendet:

- Erhebung über die Energieverwendung der Betriebe des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden sowie des Verarbeitenden Gewerbes,
- Monatsbericht über die Einfuhr von Kohle,
- Erhebung über Stromerzeugungsanlagen der Betriebe des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden sowie des Verarbeitenden Gewerbes,
- Erhebung über die Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung der Stromerzeugungsanlagen für die allgemeine Versorgung,
- Erhebung über die Erzeugung, Bezug, Verwendung und Abgabe von Wärme.

Darüber hinaus verwendet das EEFA-Institut zur Berechnung der Energiebilanz zahlreiche Statistiken, die von der Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. zur Verfügung gestellt werden. Der Verein Statistik der Kohlenwirtschaft wird vom Gesamtverband des deutschen Steinkohlenbergbaus (GVSt) und dem Deutschen Braunkohlen-Industrie-Verein (DEBRIV) getragen. So fließen für die Steinkohle beispielsweise:

- die Statistik über den Inlandsabsatz nach Steinkohlearten und Verbrauchergruppen und
- die Statistik über die Produktion, Einsatz in Umwandlungsbereichen und Lagerbestandsveränderungen (Vordruck 4a)

in die Berechnungen ein.

Für die Braunkohle werden Daten:

- über die Förderung, Herstellung Selbstverbrauch und den Absatz (Vordruck 5) sowie Informationen aus dem Produktionsbericht,
- zum Inlandsabsatz/-einsatz nach Ländern und Verbrauchergruppen sowie
- aus anderen unveröffentlichten Statistiken genutzt.

Die Daten der Kohlenstatistik können in Deutschland als quasi amtlich und sehr genau eingestuft werden. Der Verein der Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. arbeitet seit mehr als 50 Jahren als Bindeglied

zwischen den Unternehmen des Kohlenbergbaus und der amtlichen Statistik (vgl. dazu Internet: <http://www.kohlenstatistik.de/download/Langfassung.pdf>).

Die Daten der amtlichen Statistik beruhen auf den Erhebungen der Statistik der Kohlenwirtschaft. Ein Großteil der darüber hinausgehenden KohleDaten wird in den jährlich erscheinenden Publikationen „Der Kohlenbergbau in der Energiewirtschaft der Bundesrepublik Deutschland“ und „Zahlen zur Kohlenwirtschaft“ sowie auf der Internetseite <http://www.kohlenstatistik.de> einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Die damit verbundene überdurchschnittliche Transparenz (teilweise Einzeldaten) kann ebenfalls als Beleg für die Zuverlässigkeit und Genauigkeit dieser Datenquellen herangezogen werden. Das Energiestatistikgesetz hat unter ausdrücklichem Hinweis auf das funktionierende System der Kohlenstatistik auf einen eigenen Paragraphen für Erhebungen zur inländischen Kohle verzichtet.

Über die Qualität dieser Datenlieferungen hinaus spielt für die Energiebilanzerstellung die mehrjährige Verfügbarkeit der Quellen sowie eine einheitliche und konsistente Darstellung der Zeitreihen eine wichtige Rolle. Nur so kann sichergestellt werden, dass über die zur Energiebilanzerstellung genutzten Verfahren und Methoden Daten generiert werden, die sich auch über einen langen Zeitraum konsistent und ohne Strukturbrüche in das Bilanzschema eingliedern. Sowohl die amtlichen Quellen als vor allem auch die Daten der Kohlenstatistik, blicken auf eine lange Tradition zurück und liegen teilweise bis weit in die Vergangenheit zurück als konsistente Zeitreihe vor. Sollten aufgrund von Revisionen oder der Veränderung statistischer Grundlagen (z.B. Energiestatistikgesetz) Brüche in den Zeitreihen unvermeidbar sein, sind sie in den zur Energiebilanzerstellung genutzten Quellen gut dokumentiert, so dass stets eine sachgerechte Anpassung der Methoden gewährleistet ist.

Schließlich bilden Studien, die für ausgewählte Stichjahre primärstatistische Daten zum Energieverbrauch der Privaten Haushalte oder des Sektors Gewerbe Handel und Dienstleistungen (GHD) erheben, eine ergänzende Informationsquelle. Die Qualität der Hochrechnungsergebnisse wird in den Studien dargelegt. Nicht unerwähnt bleiben sollte auch, dass das Bundesministerium für Wirtschaft diese Erhebungsstudien bei den Forschungsinstituten beauftragt, so dass die Daten mit der erfolgreichen Abnahme des Endberichtes zu diesen Forschungsvorhaben einen quasi offiziellen Charakter erhalten bzw. damit verbunden ein bestimmtes Qualitätsniveau garantiert wird.

18.4.2.4 Transparenz der Methoden und Verfahren

Am 1. Januar 2003 ist das Energiestatistikgesetz (EnStatG) in Kraft getreten. Mit diesem Gesetz wurden die amtlichen Energiestatistiken aus verschiedenen Rechtsgrundlagen zusammengeführt und an die gewandelten Informationsbedürfnisse der Nutzer angepasst. Seitdem werden durch das Statistische Bundesamt auch für die Bereiche Wärmemarkt, Kraft-Wärme-Kopplung und erneuerbare Energieträger Daten erhoben und bereitgestellt. Im Rahmen dieser Neustrukturierung weist das Statistische Bundesamt neben der Strom- und Wärmerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung den kompletten Brennstoffeinsatz für Kraft-Wärme-Kopplung in der allgemeinen Versorgung und der Industrie (differenziert nach Energieträgern) aus.

Für die Energiebilanzen - und hier insbesondere für die Darstellung des industriellen Endenergieverbrauchs - ergibt sich aus dem veränderten statistischen Datenangebot grundsätzlich ein methodischer Anpassungsbedarf. Die skizzierte Erweiterung des Datenangebots hat nämlich zur Folge, dass weder für die allgemeine noch für industrielle Stromerzeugung ab dem Jahr 2003 gesonderte Informationen zum Brennstoffeinsatz der reinen Stromerzeugung vorliegen.

Daten zur Aufteilung des Brennstoffeinsatzes auf die Produkte Strom und Wärme bei Kraft-Wärme-Kopplung in der Industrie und in Heizkraftwerken werden vom Statistischen Bundesamt nicht erhoben, sondern von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen bzw. den von ihr beauftragten Instituten geschätzt.

Die dabei angewandte „finnische“ Methode beruht auf der Richtlinie 2004/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Februar 2004. Diese ist mathematisch exakt definiert und wird im Vorwort der Energiebilanzen näher erläutert.

Mit Blick auf die Qualitätssicherung wird die Berechnung der allgemeinen Versorgung und der Industrie mit der finnischen Methode nachvollziehbar und transparent gehandhabt. Die notwendigen Rahmenannahmen wie etwa die Referenzwirkungsgrade der ungekoppelten Erzeugung in den Dokumentationen zur Energiebilanz werden deutlich angegeben. All dies zeigt, dass bei der Erstellung der Energiebilanzen trotz Anwendung teilweise komplexer methodischer Umwandlungsschritte eine hohe Transparenz und Eindeutigkeit der Ergebnisse gewährleistet werden kann. So lassen sich alle Energiebilanzfelder stets eindeutig bis hin zur jeweiligen primärstatistischen Grundlage zurückverfolgen.

Amtliche oder verbandsinterne Primärinformationen können – ungeachtet ihrer Qualität – nur an wenigen Stellen der Energiebilanz ohne den Einsatz methodischer oder statistischer Verfahren zur Erstellung der Energiebilanz genutzt werden. Vielmehr erfordert die komplexe Darstellung des Energieflusses in Form einer Matrix zur Einhaltung der formalen Rahmenbedingungen und methodischen Vorgaben ausgehend von vorliegenden statistischen Rohdaten zahlreiche Transformationsschritte, Umrechnungen oder Umbuchungen. Hinzu kommt, dass in einigen wenigen Bereichen der Energiebilanz keine primärstatistischen Daten mehr vorliegen, so dass Datenlücken in Abhängigkeit vom Einzelfall auch durch die Anwendung formaler Schätzmethode geschlossen werden müssen.

Zur Erstellung der Energiebilanz werden stets die aktuellsten vorliegenden amtlichen Statistiken und Verbandserhebungen verwendet. Zum Schließen von Datenlücken sind eigene Schätzungen zur Vervollständigung des Bilanzschemas in einigen für den Energieverbrauch weniger wichtigen Bereichen nicht zu vermeiden. Zur Bewältigung derartiger Schätzaufgaben im Rahmen der Bilanzerstellung kann das EEFA-Institut auf ein breites methodisches Modellinstrumentarium zurückgreifen. Die im Rahmen der Energiebilanzerstellung wichtigsten Elemente des EEFA-Modellsystems sind ein Kraftwerksmodell und ein Modell der Energienachfrage. Allein das Modell der Energienachfrage besteht aus mehr als 1500 Gleichungen. Es erklärt den Energieverbrauch der gewerblichen Bereiche und der Privaten Haushalte, indem alle wichtigen Substitutionsvorgänge und technologischen Veränderungen insbesondere in den sektoralen Produktionsprozessen adäquat erfasst sind. Formal entspricht dieses Energiemodell dem Gliederungsprinzip der Energiebilanz, denn die sektorale Gliederung entspricht mit geringfügigen Modifikationen im Bereich der energieintensiven Wirtschaftsbereiche der Systematik der Wirtschaftszweige, die Unterscheidung nach Energieträgern weitgehend der Systematik der Energiebilanz.

Das EEFA-Energiemodell wurde im Rahmen zahlreicher wissenschaftlicher Forschungsprojekte weiterentwickelt und getestet. Die Schätzansätze und Methode die in diesem Modell zur Anwendung kommen, wurden darüber hinaus in nationalen und internationalen Fachzeitschriften publiziert und können somit als transparent, öffentlich zugänglich und anerkannt eingestuft werden. Eine Liste der modellbezogenen Publikationen sowie eine kurze Beschreibung der Modelle, kann beim EEFA-Forschungsinstitut jederzeit angefordert werden.

18.4.2.5 Kontrolle und Verifikation der Ergebnisse

Die Maßnahmen zur Qualitätssicherung und –kontrolle umfassen die Bereiche

- Sicherung der Datenqualität / Transparenz der Methoden und Verfahren,
- Mechanismen zur Kontrolle und kritischen Überprüfung der Energiebilanzen, die Korrektheit, Vollständigkeit und Konsistenz der Bilanz sicherstellen sowie
- Maßnahmen zur Dokumentation und Archivierung, die die Nachvollziehbarkeit und Reproduzierbarkeit der Bilanz gewährleisten sollen,

- Fachverantwortlichkeit zur Erstellung der Energiebilanzen.

Kritische Diskussion, Verifikation und Kontrolle erfolgen auf unterschiedlichen Ebenen:

- Innerhalb der Gruppe Energiebilanzen des DIW Berlin werden die Arbeiten wechselseitig kontrolliert und anhand von Kontrollgrößen (z.B. Veränderungen im Jahresvergleich, implizite Heizwerte, Nutzungsgrade) auf Plausibilität geprüft.
- Des Weiteren kontrollieren die in der AGEB zusammengeschlossenen Verbände begleitend die Ergebnisse.
- Für die erneuerbaren Energien findet eine Abstimmung und gegenseitige Kontrolle innerhalb der AGE-Stat statt.
- Austausch und wechselseitige Überprüfung der Ergebnisse der Energiebilanzen erfolgen auch mit dem kooperierenden Forschungsinstitut EEFA.
- Außerdem werden Daten und Ergebnisse frühzeitig zwischen den DIW-Energiebilanzverantwortlichen und den Fachverantwortlichen des Umweltbundesamts (UBA) ausgetauscht und diskutiert.
- Die monatlich und jährlich publizierte „Amtliche Mineralölstatistik Deutschland“ (AMS), impliziert ein geschlossenes/widerspruchsfreies System des gesamten Aufkommens und Verbrauchs von Mineralöl in Deutschland. Statistische Grundlage für die AMS ist der sogenannte „Integrierte Mineralölbericht“ (IM), zu dessen Abgabe alle größeren Ölfirmen verpflichtet sind. Zur Erfüllung der Berichtspflicht verfügen die Ölfirmen über umfangreiche Input-/Outputmodelle, die die gesamten „Ölströme“ erfassen.
- Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) überprüft die Angaben der Ölfirmen regelmäßig. Darüber hinaus werden auch größere Händler/Importeure, definiert durch den sog. Erhebungskreis, durch das BAFA befragt bzw. kontrolliert. Auch Unternehmen, die einmalig Direktimporte tätigen, sind berichtspflichtig.
- Angaben zum sektoralen Ölverbrauch in Deutschland, die für die Energiebilanz erforderlich sind, enthält - mit wenigen Ausnahmen – die „Amtliche Mineralölstatistik“ nicht. Diese werden den erwähnten amtlichen und sonstigen Quellen entnommen, überprüft und – falls erforderlich - modifiziert. Der durch die AMS fixierte Rahmen (Aufkommen/Verbrauch) darf nicht über- bzw. unterschritten werden. Ausnahmen sind die sog. „Sekundärbrennstoffe“, die nicht Bestandteil der AMS sind.
- Die Plausibilität von Ölverbrauchsdaten wird auch durch Bezugnahme auf Indikatoren überprüft; Regressions- und Korrelationsrechnungen werden durchgeführt.
- Daten zur Aufteilung des Brennstoffeinsatzes auf die Produkte Strom und Wärme bei Kraft-Wärme-Kopplung in der Industrie und in Heizkraftwerken werden vom Statistischen Bundesamt nicht erhoben, sondern von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen bzw. den von ihr beauftragten Instituten geschätzt. Die dabei angewandte „finnische“ Methode beruht auf der Richtlinie 2004/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Februar 2004. Diese ist mathematisch exakt definiert und wird im Vorwort der Energiebilanzen näher erläutert.
- Jährlich werden die Heizwerte für die Ölprodukte und den Rohöleinsatz überprüft und gegebenenfalls neu festgesetzt. Das erfolgt unter Berücksichtigung technischer Entwicklungen und Marktentwicklungen. Ziel ist eine möglichst genaue Umrechnung der Tonnenangaben in Terajoule-Einheiten.
- Daten und Ergebnisse werden mit den DIW-Energiebilanzverantwortlichen und den Fachverantwortlichen des Umweltbundesamts (UBA) ausgetauscht und diskutiert. Auch im „Arbeitskreis Methoden“ (AKM) des Bundeswirtschaftsministeriums werden ebenfalls Öldaten und ihre Bilanzierung diskutiert und evtl. auch geändert.

Die Veröffentlichung der Energiebilanz auf den Internetseiten der AGEB bzw. die Bereitstellung vorläufiger Energiebilanzdaten an das Umweltbundesamt zur Weiterverarbeitung im System des nationalen Treibhausgasinventars erfolgen erst, nachdem die Gesamtbilanz alle Kontrollinstanzen erfolgreich durchlaufen hat.

Um Fehler bei Berechnungen und Schätzungen der Daten für die Energiebilanz weitgehend zu vermeiden, erfolgt die jährliche Aufstellung der Energiebilanz im Rahmen standardisierter Vorgehensweisen. Dazu wurden umfangreiche Instrumente entwickelt, die bewährte Schätzverfahren oder formale Berechnungsmethoden im Rahmen der Bilanzarbeiten automatisieren. Aufgrund dieser Vorgehensweise, die teilweise nur das Einpflegen der statistischen Rohdaten in die entsprechenden Tools erfordert, können Berechnungs- oder Transformationsfehler weitgehend verhindert werden. Die Verwendung stets einheitlicher und standardisierter Methoden leistet zudem einen wichtigen Beitrag zur Sicherung der Zeitreihenkonsistenz.

Trotz aller Bemühungen um eine fehlerfreie und sachgerechte Bereitstellung möglichst zeitnaher Energiebilanzen können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden. Aus diesem Grunde werden beim EEFA-Forschungsinstitut im Rahmen der Bilanzarbeiten folgende Kontrollmaßnahmen durchgeführt:

- Unabhängige Erstellung der jährlichen Energiebilanz durch zwei EEFA-Mitarbeiter und wechselseitiger Abgleich der Ergebnisse,
- Regelmäßige Verifikation der Zeitreihenkonsistenz im EEFA-Forschungsinstitut. Im Falle unplausibler Sprünge in der Zeitreihe, die nicht auf Übertragungs- oder Rechenfehler, sondern auf die Entwicklungen in den primärstatistischen Erhebungen zurückzuführen sind, erfolgt in enger Kooperation mit der datenliefernden Institution eine lösungsorientierte Erörterung des Problems.
- Abgleich der Energiebilanzen mit den Datenlieferungen an die IEA/Eurostat
- Kritische Begleitung, Überprüfung und Diskussion der Bilanzergebnisse durch die in der AGEB zusammengeschlossenen Verbände der Energiewirtschaft also für die vom EEFA-Forschungsinstitut zu verantwortenden Bilanzteile mit dem Verein der Kohlenimporteure, dem Gesamtverband des Deutschen Steinkohlenbergbaus (GVSt) und dem Deutschen Braunkohlen Industrieverein (DEBRIV) und der Statistik der Kohlenwirtschaft e.V.
- Frühzeitiger Austausch von Informationen und regelmäßige Diskussion der EEFA-Energiebilanzverantwortlichen mit den Fachverantwortlichen beim Umweltbundesamt (UBA)
- Austausch und wechselseitige Überprüfung der Energiebilanzergebnisse mit den im Rahmen dieses Forschungsauftrages kooperierenden Forschungsinstituten (DIW Berlin)

18.4.2.6 Dokumentation und Archivierung

DIW Berlin und EEFA-Forschungsinstitut führen über die in jährlichem Abstand zu erstellenden Energiebilanzen eine detaillierte, schriftliche Dokumentation. Die Dokumentation umfasst jedes Feld der Energiebilanz, eine Auflistung der verwendeten statistischen Quellen und Erhebungen sowie eine genaue Erläuterung der angewandten Rechenmethoden und –verfahren.

Ziel der Dokumentation ist die lückenlose Nachvollziehbarkeit sowohl für eigene Zwecke als auch für die Nutzer der Energiebilanzen. Regelmäßige Aktualisierung der Dokumentation ist auch ein Beitrag zur Datenqualität und Einhaltung der Zeitreihen- und Methodenkonsistenz.

Alle statistischen Daten, Berechnungsmethoden, Schätzverfahren, die für die Erstellung der Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland verwendet werden, werden sowohl in elektronischer als auch gedruckter Form archiviert. Die Sicherung der elektronischen Daten erfolgt im DIW automatisch durch die Zentrale Datenverarbeitung auf speziellem Serverplatz als auch manuell in regelmäßigen Abständen. Konkret kommen im EEFA zur Archivierung elektronischer Inhalte sowohl portable Medien

wie CD-ROM oder DVD sowie Wechselplatten als auch netzbasierte Serverlösungen zum Einsatz. Die Sicherung der Daten erfolgt sowohl automatisch als auch in regelmäßigem Abstand auf manuellem Weg.

18.4.2.7 Qualifikation der Bearbeiter

Für die Bearbeitung des Dienstleistungsprojektes „Erstellen von Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland“ steht dem DIW Berlin und dem EEFA-Forschungsinstitut erfahrenes Personal mit fundierten statistischen, ökonomischen sowie energiewirtschaftlichen Kenntnissen zur Verfügung.

18.4.2.8 Erläuterungen zur Aktualität bzw. zeitlichen Verfügbarkeit der amtlichen Statistiken und der Verbands- und sonstigen Daten für die Erstellung der Energiebilanzen

Amtliche Statistiken

Die endgültigen Jahreswerte der monatlichen Erhebung 066 sind im Mai 2011 verfügbar gewesen; die jährlichen Erhebungen 064 im Oktober 2011, die 067 im September 2011, die 070 im Dezember 2011 und die 073 im Juli 2011, die 082/082P lag im Januar 2012 vor. Die Erhebung 060 lag im Juni 2012 erneut (korrigiert) vor (Quelle: IDEV, StBA, gelesen am 12. Oktober 2012).

Die Ergebnisse der Erhebungen 066 (Stromerzeugungsanlagen für die allgemeine Versorgung) und 067 (Stromerzeugungsanlagen der Industrie) müssen mit der finnischen Methode umgerechnet werden. Berechnungen, Prüfvorgänge, Abstimmungsprozesse mit BDEW, AGEE-Stat, EEFA, MWV benötigen mindestens drei Wochen Zeit, ehe die Daten im Juni bzw. Oktober des Folgejahres in die Energiebilanz einfließen können.

Erst wenn die Ergebnisse der Erhebung 060 (Energieverwendung der Industrie), die einen wesentlichen Bestandteil der Energiebilanzen ausmacht, vorliegt, kann die Energiebilanz fertig gestellt werden. Dies bildet den zeitlichen Engpass. Berechnungen, die branchenscharf vorgenommen werden, Plausibilitätsprüfungen, Prüfanfragen an das StBA (das diese dann an die Länder weiterreichen muss), Abstimmungen mit beteiligten Verbänden benötigen wenigstens drei Wochen Zeit, ehe die endgültige Energiebilanz dann frühestens Mitte/Ende November des Folgejahres erstellt werden kann.

Diese zeitlichen Restriktionen haben dazu geführt, dass beginnend mit dem Berichtsjahr 2009 im Juli zunächst eine Schätzbilanz erstellt wird, in der die vorliegenden amtlichen Daten aus der Erhebung 066 eingearbeitet sind. Die restlichen Daten werden in Zusammenarbeit mit den Verbänden, die der AGEB angehören, geschätzt und abgestimmt.

Einen weiteren zeitlichen Engpass bilden Angaben zu Biotreibstoffen auf Grundlage von BAFA-Daten aus der Amtlichen Mineralölstatistik. Die sektorale Aufteilung des Verkehrs erfolgt in Abstimmung mit dem MWV und den Ländern. Für das Bilanzjahr 2010 lagen diese Zahlen erst im Juni 2012 vor. Die Erhebungen 082P und 082, die für die sektorale Aufteilung des Endenergieverbrauchs von Erdgas, Erdölgas die statistische Grundlage bilden, lagen für das Bilanzjahr 2010 im Januar 2012 vor und wurden im September 2012 vom StBA revidiert. Diese bildeten den letzten amtlichen Eintrag in die Energiebilanz 2010.

Verbandsstatistiken

In die endgültige Energiebilanz fließen Daten der Verbände BDEW und Deutsches Atomforum ein, die frühzeitig vorliegen (BDEW im Juli, Deutsches Atomforum im Januar).

Aufgrund der vierteljährlichen Schätzungen zum Primärenergieverbrauch in Deutschland liegen hierzu zeitnah vorläufige Daten vor. Wichtige vorläufige Daten, die auch für den Endenergieverbrauch für die

Schätzbilanz mit Stand August vonnöten sind, liefert der BDEW. Dieser veröffentlicht im Sommer einen jeden Jahres Daten zum Thema „Energemarkt Deutschland – Zahlen und Fakten zur Gas-, Strom- und Fernwärmeversorgung“. Außerdem fließen in die Schätzbilanz Angaben des BDEW zur Bruttostromerzeugung ein sowie Daten des Gesamtverbands Steinkohle (GVSt), des Bundesverbands Braunkohle (DEBRIV), des Mineralölwirtschaftsverbands (MWV) und des Deutschen Atomforums.

Sonstige Daten

Für die endgültige Energiebilanz werden Angaben der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) zu „Sonstigen erneuerbaren Energieträgern“ verwendet, die im Juli/August vorliegen.

Vorläufige Daten zu erneuerbaren Energieträgern werden mit der AGEE-Stat und dem BDEW abgestimmt und fließen in die Schätzbilanz und damit in die Auswertungstabellen ein.

Tabelle 344: Zur Erstellung der Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland verwendeten Erhebungen des StBA

Erhebung	Nr.	Erhebungs- zeitraum	Aktualität gemäß Qualitätsbericht	Angaben	Erhebungskreis	Erhebungseinheiten
Erhebung über die Energieverwendung des Verarbeitenden Gewerbes sowie der Betriebe des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden	060	jährlich	Ende des Folgejahres (<i>verfügbar ab Ende Oktober/Anfang November</i>)	Stromerzeugung, -abgabe und -verbrauch Energieträger- / Brennstoffbezug und –verbrauch nach Energieträger Energieträger- / Brennstoffabgabe und –bestand nach Energieträger Durchschnittlicher Heizwert	Abschnitte B „Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden“ und C „Verarbeitendes Gewerbe“	Produzierende Betriebe (derzeit ca. 40.000) mit mind. 20 Beschäftigten Ausnahme: Betriebe von Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes bereits mit 10 und mehr tätigen Personen in den Wirtschaftszweigen
Erhebung über Erzeugung, Bezug, Verwendung und Abgabe von Wärme	064	jährlich	Ende des Folgejahres (<i>verfügbar meist Ende September</i>)	Fernwärmeversorgung: Nettowärmeerzeugung, Bezug, Abgabe und Netzverluste. Es erfolgt keine Aussage zum verwendeten Energieträger Heizwerke: Brennstoffeinsatz und Wärmeerzeugung nach Energieträger	Betreiber von Heizwerke ab 1 MW _{th} und Betreiber von Fernwärmenetzen (nur große „historisch“ gewachsene Netze) Es erfolgt keine Erfassung von Nahwärme-„Insel-netzen“	Max. 1000 Betreiber von Anlagen zur Wärmeversorgung einschl. Absorptionsanlagen zur Kälteerzeugung ab 2 MW_{th} .
Erhebung über die Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung der Stromerzeugungsanlagen für die allgemeine Versorgung	066K	monatlich; jährlich	6 Wochen nach Ende des Berichtszeitraums; Ende Juni des Folgejahres (<i>verfügbar im Mai</i>)	Anzahl, Nettostrom- und Nettowärmeerzeugung nach Anlagenart, Strom und Wärmeerzeugung nach Energieträger Brennstoffeinsatz für Strom- und/oder Wärmeerzeugung nach Energieträger (getrennte Erfassung von KWK Anlagen)	Unternehmen und Betriebe der Elektrizitätsversorgung (Allgemeine Versorgung)	Höchstens 1000 Betreiber ab 1 MW_{el} .
Erhebung über Stromerzeugungsanlagen der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden	067	jährlich	9 Monate nach Ende des Berichtszeitraums (<i>verfügbar meist Ende September</i>)	Anzahl und Engpassleistung nach Anlagenart Nettostrom und Nettowärmeerzeugung (getrennte Erfassung von KWK Anlagen) Brennstoffeinsatz für Strom- und/oder Wärmeerzeugung nach Energieträger (getrennte Erfassung von KWK Anlagen), Eigenverbrauch von Strom und Wärme	Abschnitt B „Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden“ und C „Verarbeitendes Gewerbe“	Betreiber (derzeit ca. 500) von Anlagen zur eigenen Versorgung . Es werden Anlagen zur Erzeugung von Elektrizität und Wärme in Kopplungsprozessen (KWK) ab 1 MW_{el} abgefragt
Erhebung über die Stromeinspeisung bei Netzbetreibern	070	jährlich	12 Wochen nach Ende des Berichtszeitraums (<i>verfügbar meist Ende September</i>)	Stromeinspeisung nach Bundesländer und Energieträger getrennt Leistungsangaben nach Bundesländer und Energieträger getrennt	Betreiber von Stromnetzen für die allgemeine Versorgung	Vollbefragung
Erhebung über Gewinnung, Verwendung und Abgabe von Klärgas	073	jährlich	8 Monate nach Ende des Berichtszeitraums (<i>verfügbar Ende Juni/Anfang Juli</i>)	Anaerobe Klärgasgewinnung Brennstoffeinsatz in Stromerzeugungsanlagen Brennstoffeinsatz zu reinen Heiz-/oder Antriebszwecken Stromeinspeisung Eigenverbrauch	Betreiber von Kläranlagen	bei höchstens 6000 Betreibern von Kläranlagen (zurzeit ca. 1300 Betreiber)
Erhebung über Abgabe, Ein- und Ausfuhr von Erdgas und Erdölgas sowie Erlöse der Produzenten	082P	jährlich	Die Bundesergebnisse liegen drei Monate nach Ende des Berichtszeitraums vor	Abgabe, Ein- und Ausfuhr von Erdgas und Erdölgas sowie Erlöse der Produzenten Abgabe von Erdgas und Erdölgas sowie Erlöse der Produzenten nach Bundesländern	Produzenten von Erdgas und Erdölgas	Totalerhebung

Erhebung	Nr.	Erhebungs- zeitraum	Aktualität gemäß Qualitätsbericht	Angaben	Erhebungskreis	Erhebungseinheiten
Erhebung über Aufkommen, Abgabe, Ein- und Ausfuhr von Gas sowie Erlöse der Gasversorgungsunterneh- men und der Gashändler	082	jährlich	Die Bundesergebnisse liegen 12 Monate nach Ende des Berichtszeitraums vor. Ergebnis 2009 war im Mai 2011 verfügbar	Gewinnung, Erzeugung und Bezüge von Gas sowie Wert der Einfuhr Abgabe und Ausfuhr von Gas sowie Erlöse Aufkommen von Gas nach Gasarten Abgabe von Gas sowie Erlöse nach Bundesländern	Unternehmen der Gasversorgung	Totalerhebung

Link zur Nomenklatur der Wirtschaftszweige (WZ 2008):

http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Klassifikationen/GueterWirtschaftsklassifikationen/Klassifikationenwz2008_umsteiger_xls.property=file.xls

Link zu den Qualitätsberichten Energiestatistik inkl. Fragebogen:

<http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Navigation/Publikationen/Qualitaetsberichte/EnergieWasser.psml>

18.4.2.9 Methodische Änderungen ab 2010 und Revisionen 2003 bis 2009

Hintergrund

Die Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland dienen u.a. der Ermittlung der Treibhausgasemissionen (Kyoto-Protokoll). Im Rahmen der Überprüfungen durch die Vereinten Nationen (UNFCCC) werden auch die Energiebilanzen regelmäßig geprüft. In Folge dieser Überprüfung wurden bei einigen Energiebilanzpositionen Methodik bzw. Datenbasis ab 2010 und rückwirkend ab 2003 bzw. 2005 geändert. Diese Revision wurde gleichzeitig genutzt, um Datenaktualisierungen des Statistischen Bundesamtes (StBA) und des Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zu berücksichtigen, die nach Veröffentlichung der Energiebilanzen eingetreten sind. Die hiervon betroffenen Felder der Energiebilanz sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 345: Revidierte Felder der Energiebilanz

Energieträger	Energiebilanzzeile	Name der Energiebilanzzeile	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Steinkohlen	EBZ 12	Industriewärmekraftwerke (Strom)							x	
	EBZ 34	Steinkohlenzechen, -brikettfabriken	x	x	x	x	x	x		
Braunkohlen Briketts	EBZ 66	Haushalte							x	
	EBZ 67	GHD							x	
Kokerei- und Stadtgas	EBZ 12	Industriewärmekraftwerke (Strom)							x	
Erdgas	EBZ 1	Gewinnung im Inland			x	x	x	x	x	x
	EBZ 2	Einfuhr			x	x	x	x	x	
	EBZ 3	Bestandsentnahmen			x		x	x		
	EBZ 5	Ausfuhr				x	x	x	x	
	EBZ 7	Bestandsaufstockungen			x	x			x	
	EBZ 12	Industriewärmekraftwerke (Strom)			x	x	x			
	EBZ 33 bis 39	Energieverbrauch im Umw.bereich			x	x	x	x	x	x
	EBZ 41	Fackel- und Leitungsverluste	x	x	x	x	x	x	x	x
	EBZ 43	Nichtenergetischer Verbrauch			x	x	x	x	x	x
	EBZ 46 bis 59	Industriebranchen			x	x	x	x	x	x
	EBZ 62	Straßenverkehr			x	x	x	x	x	x
	EBZ 66	Haushalte			x	x	x	x	x	
	EBZ 67	GHD			x	x	x	x	x	x
	EBZ 2	Einfuhr							x	x
Biomasse	EBZ 5	Ausfuhr							x	x
	EBZ 67	GHD								x
Fernwärme	EBZ 36	Kraftwerke - Eigenverbrauch	x	x	x	x	x	x	x	
	EBZ 59	Sonstige Wirtschaftszweige				x				
	EBZ 67	GHD	x	x	x	x	x	x	x	

Anm.: Änderungen in den Energiebilanzzeilen, die sich lediglich aufgrund von Berechnungen ergeben (z.B. Statistische Differenzen), sind in der Tabelle nicht aufgeführt.

18.4.2.9.1 Methodische Änderungen ab 2010**Erdgas, Erdölgas*****EBZ 1 Gewinnung im Inland***

Für die Gewinnung werden an Stelle der Daten des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V. (W.E.G.) nun die amtlichen Daten des Statistischen Bundesamtes verwendet (Statistik 069). (Datenrevision ab 2005)

EBZ 33 bis 39 Energieverbrauch im Umwandlungsbereich

Die Änderung der Buchung des NEV (siehe unten) wirkt sich zugleich auf den Energieverbrauch im Umwandlungsbereich (EBZ 33 bis 39) aus. (Datenrevision ab 2005)

In der EBZ 39 wird der Eigenverbrauch bei Gasversorgungsunternehmen (GVU) erfasst. Gemäß Fragebogen 082 umfasst der Eigenverbrauch den Gasverbrauch zur technischen Aufrechterhaltung des Betriebs (Verbräuche bei der Gaserzeugung, Gasspeicherung und beim Transport). (Datenrevision ab 2005)

EBZ 41 Fackel- und Leitungsverluste

Die Fackelverluste wurden früher auf Basis von Angaben des W.E.G. aus einer Differenzrechnung ermittelt. Ab Bilanzjahr 2010 werden die Angaben des W.E.G. zu Fackelverlusten in m³ verwendet und mit dem impliziten Brennwert der verwerteten Förderung in TJ (Hi) umgerechnet. (Datenrevision ab 2003)

Die inländischen Leitungsverluste von Erdgas sind nach Angaben des BDEW vernachlässigbar.

EBZ 43 Nichtenergetischer Verbrauch (NEV)

Für den Nichtenergetischen Verbrauch (NEV) wurden früher Daten des VCI verwendet. Jetzt werden amtliche Daten des StBA zugrunde gelegt. (Datenrevision ab 2005)

EBZ 46 bis 59 Industrie (NEV)

Die Änderung der Buchung des NEV wirkt sich zugleich auf den Endenergieverbrauch der Industrie (EBZ 46 bis 59) aus. (Datenrevision ab 2005)

EBZ 62 Straßenverkehr (Erdgastankstellen):

Anstelle von Daten des StBA werden aufgrund einer Untererfassung in der amtlichen Statistik nun Daten des BDEW verwendet. (Datenrevision ab 2005)

EBZ 67 Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher

Ab 2010 wird im Sektor GHD auch der Betriebsverbrauch der GVU nach Angaben des StBA (Fragebogen 082) gebucht. Unter Betriebsverbrauch wird der allgemeine Verbrauch im Unternehmen ausgewiesen (nicht der Eigenverbrauch, der in EBZ 39 gebucht wird). (Datenrevision ab 2005)

Bilanz in natürlichen Einheiten

Ab 2010 wird die Einheit m³ durch kWh (Hi) ersetzt. (Datenrevision ab 2005)

Biotreibstoffe***EBZ 2 und 5 Einfuhr, Ausfuhr***

Aufgrund methodischer Änderungen hat das BAFA die Angaben für den Außenhandel revidiert. (Datenrevision ab 2009)

Biomasse und erneuerbare Abfälle***EBZ 67 GHD***

Ab 2010 wird der Brennstoffeinsatz von Biogas und flüssiger Biomasse zur KWK-Wärme auf Basis von Daten der Bundesnetzagentur (BNetzA) beim Endenergieverbrauch des Sektors GHD verbucht.

Sonstige Revisionen 2003 bis 2009

Die oben genannten Änderungen für 2010 sind für Vorjahre entsprechend revidiert worden (vgl. Tabelle). Darüber hinaus sind zugleich folgende Revisionen durchgeführt worden.

Steinkohle***EBZ 12 Industriewärmeleistungwerke (nur Strom)***

Für das Jahr 2009 hat das StBA seine Angaben (067) revidiert.

EBZ 34 Steinkohlenzechen, -brikettfabriken

Es werden ab 2009 amtliche Daten des StBA verwendet. (Datenrevision ab 2003)

Braunkohlen-Briketts***EBZ 66 und 67 Haushalte und GHD***

Umbuchung für das Jahr 2009.

Kokerei- und Stadtgas***EBZ 12 Industriewärmeleistungwerke (nur Strom)***

Für das Jahr 2009 hat das StBA seine Angaben (067) revidiert.

Erdgas, Erdölgas***EBZ 2 und EBZ 5 Einfuhr, Ausfuhr***

Diese Daten wurden von den meldenden Unternehmen nachträglich für die Jahre 2005 bis 2010 revidiert. Dies findet seinen Niederschlag in den amtlichen Statistiken 082 und 082P, die hier für die Energiebilanz verwendet werden.

EBZ 3 und EBZ 7 Bestandsentnahmen bzw. Bestandsaufstockungen

Für die Jahre 2005, 2007 und 2008 haben die Unternehmen ihre Angaben korrigiert, die sich in den amtlichen Statistiken 082 und 082P niederschlagen.

EBZ 12 Industriewärmeleistung (nur für Strom)

Für die Jahre 2005 bis 2007 hat das StBA seine Angaben (067) revidiert.

EBZ 66 Haushalte

Für die Jahre 2005 bis 2009 hat das StBA seine Angaben (082, 082P) revidiert.

Fernwärme

Datenkorrekturen der EBZ 36 Kraftwerke, Heizwerke, EBZ 59 Sonstige Wirtschaftszweige, EBZ 67 GHD für die in der Tabelle angegebenen Jahre.

Diekmann, Wernicke (DIW Berlin), Buttermann, Baten (EEFA), Rossbach, 8. Oktober 2012

18.4.2.10 Vergleich der Schätzbilanz 2011 (vorl) mit der Energiebilanz 2010 (endg)

Die endgültigen Energiebilanzen werden von der AGEB in der Regel im Frühjahr des übernächsten Kalenderjahres veröffentlicht. Um frühzeitiger Daten bereitstellen zu können, wird ab 2009 parallel zu den Auswertungstabellen eine Schätzbilanz erstellt, die zum Teil auf anderen Datenquellen beruht (vgl. Qualitätsbericht von DIW und EEFA, August 2011).

Im Rahmen der Überprüfung der Energiebilanzen hinsichtlich Qualitätskontrolle und -sicherung durch UNFCCC werden die Abweichungen zwischen endgültigen Energiebilanzen und Schätzbilanzen näher betrachtet (für 2010 vgl. DIW, EEFA 3.9.2012). Darüber hinaus wird die Schätzbilanz für 2011 mit der Energiebilanz 2010 verglichen.

Zur Identifikation signifikanter Abweichungen zwischen endgültigen und vorläufigen Energiebilanzen, die jeweils gesondert zu erläutern sind, werden absolute und relative Abweichungen berechnet. Aus einer Kombination der Kriterien „Abweichungen in TJ“ und „Abweichungen in %“ wurden die auftretenden Fallzahlen für Energiebilanzzeilen und -spalten analysiert. Das kombinierte Auftreten einer Abweichung von 10.000 TJ und 20 % erscheint in dieser Analyse ein geeigneter Schwellenwert zu sein, ab dem die Abweichungen erklärt werden sollen.

Die Differenzen zwischen der Schätzbilanz 2011 und der Energiebilanz 2010 entsprechen den zum Zeitpunkt der Erstellung der Schätzbilanz absehbaren Veränderungen gegenüber dem Vorjahr. Ursachen solcher Änderungen bestehen generell u.a. in der Konjunkturerwicklung, Strukturänderungen, Preisänderungen, Witterungseinflüsse und Sonderentwicklungen wie der Ausstieg aus der Kernenergie. Diese allgemeinen Entwicklungen des Energieverbrauchs und seiner Determinanten 2011 im Vergleich zu 2010 werden im Jahresbericht der AG Energiebilanzen (2012) erläutert.¹²⁷

Darüber hinaus ist zu beachten, dass zur Erstellung der Schätzbilanzen zum Teil andere Datenquellen als für die endgültigen Energiebilanzen verwendet werden müssen und die Angaben deshalb voneinander abweichen können. Außerdem können Differenzen u.U. auch auf methodischen Änderungen beruhen.

Der Vergleich der Energiebilanzen dient insbesondere der Kontrolle und Dokumentation der Plausibilität von auffälligen Veränderungen. Bei einigen Bilanzpositionen sind allerdings Änderungen, die mit den oben genannten Kriterien erfasst werden, nicht ungewöhnlich. Dies betrifft z.B. Bestandsänderungen, die sich naturgemäß von Jahr zu Jahr deutlich unterscheiden.

¹²⁷ AG Energiebilanzen: Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2011. Milde Witterung drückt den Primärenergieverbrauch im Jahr 2011 nach unten, Februar 2012. www.ag-energiebilanzen.de

Eine Übersicht und Erläuterung zu auffälligen Positionen beim Vergleich der Energiebilanz 2010 mit der Schätzbilanz 2011 liegen dem Umweltbundesamt vor und zeigen die Ergebnisse des Vergleichs.

18.4.2.11 Vergleich der Energiebilanz 2010 (endg) mit der Schätzbilanz 2010 (vorl)

Die endgültigen Energiebilanzen werden von der AGEB in der Regel im Frühjahr des übernächsten Kalenderjahres veröffentlicht. Um frühzeitiger Daten bereitstellen zu können, wird ab 2009 parallel zu den Auswertungstabellen eine Schätzbilanz erstellt, die zum Teil auf anderen Datenquellen beruht (vgl. Qualitätsbericht von DIW und EEFA, August 2011).

Im Rahmen der Überprüfung der Energiebilanzen hinsichtlich Qualitätskontrolle und -sicherung durch UNFCCC werden die Abweichungen zwischen endgültigen Energiebilanzen und Schätzbilanzen näher betrachtet.

Zur Identifikation signifikanter Abweichungen zwischen endgültigen und vorläufigen Energiebilanzen, die jeweils gesondert zu erläutern sind, werden absolute und relative Abweichungen berechnet. Aus einer Kombination der Kriterien „Abweichungen in TJ“ und „Abweichungen in %“ wurden die auftretenden Fallzahlen für Energiebilanzzeilen und –spalten analysiert. Das kombinierte Auftreten einer Abweichung von 10.000 TJ und 20 % erscheint in dieser Analyse ein geeigneter Schwellenwert zu sein, ab dem die Abweichungen erklärt werden sollen.

Eine Übersicht und Erläuterung zu auffälligen Positionen beim Vergleich der Energiebilanz 2010 mit der Schätzbilanz 2010 liegen dem Umweltbundesamt vor und zeigen die Ergebnisse des Vergleichs.

18.5 Aktionsplan Energiedaten Inventarverbesserung

Ebenfalls seit 2012 hat die AGEB einen Aktionsplan Energiedaten Inventarverbesserung erarbeitet, in dem dargelegt wurde wie den Beanstandungen aus der Inventarüberprüfung Rechnung getragen werden soll. Damit wird der Forderung aus Paragraph 39 des Überprüfungsbericht 2011 (FCCC/ARR/2011/DEU) nach einem Aktionsplan entsprochen.

Tabelle 346: Aktionsplan Energiedaten Inventarverbesserung

Nr	Thema	Zuständigkeit	Verantwortlich für die Durchführung	Bezug (Absatz)	Zitat aus Überprüfungsbericht 2011 (FCCC/ARR/2011/DEU)	Instrument zur Umsetzung / Veröffentlichung	Aktivität zur Verbesserung	geplantes / erreichtes Ergebnis	Zeitliche Perspektive	Anmerkung
1	Aktionsplan Energiedaten zur Inventarverbesserung	BMWi/UBA/AGEB/Destatis	UBA	39	<i>address review relevant issues in an action plan in the 2011 submission. [...] The ERT reiterates the recommendation of the previous review report that Germany prepare a plan for the remaining abovementioned issues, and to report on it and on any progress achieved in its next annual submission</i>	Aktionsplan; NIR	Für den Inventarbericht 2013 wird erstmals dieser Aktionsplan aufgestellt	abgestimmter Aktionsplan Energiedaten Inventarverbesserung liegt für die Inventarüberprüfung 2012 vor Termin der Überprüfung: 3. bis 8. September	Sep 12	
2.1	Pünktlichkeit der endgültigen Energiebilanz	BMWi/AGEB/Fragebogenbeauftragte/Destatis/StaLas	BMWi	39	<i>timeliness of reporting [...]</i>	Prozessanalyse Energiedaten; NIR	Für den Inventarbericht 2013 wird das Ergebnis einer Prozessanalyse dargelegt, in dem die Meldewege genauer als bisher beschrieben werden, sowie die Bemühungen und Erfolge, diese zu verkürzen	durch Prozessanalyse, in dem die geltenden Meldewege genauer als bisher beschrieben werden, sowie die Bemühungen und Erfolge, diese zu verkürzen können Überprüfungsexperten nachvollziehen, dass D alle Optimierungsmöglichkeiten ausgeschöpft hat; Arbeitsstand ist im NIR 2013 dokumentiert		

Nr	Thema	Zuständigkeit	Verantwortlich für die Durchführung	Bezug (Absatz)	Zitat aus Überprüfungsbericht 2011 (FCCC/ARR/2011/DEU)	Instrument zur Umsetzung / Veröffentlichung	Aktivität zur Verbesserung	geplantes / erreichtes Ergebnis	Zeitliche Perspektive	Anmerkung
2.2	Pünktlichkeit der endgültigen Energiebilanz	BMWi/AGEB/ Fragebogenbeauftragte/ Destatis/StaLas	BMWi/AGEB (nicht für amtliche Daten)/Destatis (für amtliche Daten); Fragebogenbeauftragte	137	<i>In the course of the review, the ERT formulated a number of recommendations relating to the transparency of background and methodological information (e.g. in the energy[...] sectors), justification and documentation of recalculations (e.g. in the energy[...] sectors)[...] The key sectoral recommendations are that Germany: [...] (b) Improve the timeliness of reporting of the NEB (energy);</i>	Prozessanalyse Energiedaten; NIR	Verkürzung der Meldewege durch Berücksichtigung im Rahmen der Novelle des EnStatG	amtliche statistische Daten sollen zukünftig früher erhoben werden als bisher		
2.3	Pünktlichkeit der endgültigen Energiebilanz	BMWi/AGEB/ Fragebogenbeauftragte/ Destatis/StaLas	Destatis/StaLas	137	<i>In the course of the review, the ERT formulated a number of recommendations relating to the transparency of background and methodological information (e.g. in the energy[...] sectors), justification and documentation of recalculations (e.g. in the energy[...] sectors)[...] The key sectoral recommendations are that Germany: [...] (b) Improve the timeliness of reporting of the NEB (energy);</i>	Prozessanalyse Energiedaten; NIR	Destatis bespricht auf der Referentenbesprechung mit den Ländern, ob ein Vorziehen von bestimmten Statistiken wie der 060 möglich wäre (z.B. bis Mitte, statt bis Ende Sept).	Die StaLas liefern die Statistik 060 Mitte statt bisher Ende Sept.		

Nr	Thema	Zuständigkeit	Verantwortlich für die Durchführung	Bezug (Absatz)	Zitat aus Überprüfungsbericht 2011 (FCCC/ARR/2011/DEU)	Instrument zur Umsetzung / Veröffentlichung	Aktivität zur Verbesserung	geplantes / erreichtes Ergebnis	Zeitliche Perspektive	Anmerkung
3.1	Abweichungen vorläufige und endgültige EB	BMWi/AGEB/ Fragebogenbeauftragte/ Destatis/StaLas	AGEB; UBA	39	<i>significant differences between the preliminary and final NEB</i>	QK-Bericht; NIR	Energiedatenkonsistenzanalyse (EDKA)	Feststellung und Klärung der Abweichungen sowie Unterscheidung und Adressierung von a) Informationsdefiziten b) Dokumentationsbedarfen c) Datenproblemen d) methodische Änderungen	fortlaufend	
3.2	Abweichungen vorläufige und endgültige EB	AGEB	AGEB	39	<i>significant differences between the preliminary and final NEB</i>	QK	Von der AGEB wird angestrebt, eine Verringerung der Schätzfehler zu erreichen.	Arbeitsstand ist im NIR 2013 dokumentiert	September 2012, 2013 (NIR)	
3.3	Abweichungen vorläufige und endgültige EB	AGEB, UBA	UBA	39	<i>significant differences between the preliminary and final NEB</i>	NIR	Im Nationalen Inventarbericht 2013 (NIR) werden Möglichkeiten zur Reduzierung der Abweichungen beschrieben und die Ergebnisse werden im Rahmen einer Differenzendiskussion dargestellt. Bereits im Vorfeld der Inventarüberprüfung 2012 im September sollen signifikante Abweichungen erläutert werden und den Überprüfungsexperten eine erste Auskunft geben.	Arbeitsstand ist im NIR 2013 dokumentiert: Dokumentation, Datenrevision für frühere Jahre, Verringerung von Schätzfehlern	September 2012, 2013 (NIR)	

Nr	Thema	Zuständigkeit	Verantwortlich für die Durchführung	Bezug (Absatz)	Zitat aus Überprüfungsbericht 2011 (FCCC/ARR/2011/DEU)	Instrument zur Umsetzung / Veröffentlichung	Aktivität zur Verbesserung	geplantes / erreichtes Ergebnis	Zeitliche Perspektive	Anmerkung
4	komplexes Nationales System	BMWi/UBA/AG EB	UBA	39	<i>The previous review report noted several issues related to Germany's NEB (such as [...] the complexity of the NEB compiling process that may contribute to the problems with regard to timeliness and quality.</i>	NaSE	Austausch über die Ergebnisse der Inventarberprüfung und Ableitung von Handlungsbedarfen;	Energiedatenworkshop am 16.11.10 Energiedatenworkshop am 05.08.11 Energiedatenworkshop am 27.04.12 Energiedatenworkshop am 07.08.12		gilt insbesondere auch im Zusammenhang mit der bevorstehenden Überprüfung vom 3. bis 8. September
5	Qualitätssicherung	EEFA/ DIW/ DESTATIS/ AGEB / UBA	AGEB/UBA	39	<i>lack of QA/QC procedures in place for some data sources used to compile the NEB</i>	NIR	gemeinsamen Qualitätsbericht der AGEB in neuen Anhang 2 des NIR 2012 und folgende	the NEB is subject to QA/QC procedures in accordance with the national system	Apr 12	
6.1	Abweichungen EB mit IEA-Daten	BMWi, AGEB, Fragebogenbeauftragte	BMWi	39	<i>low comparability with the IEA data</i>		gemeinsam im Rahmen des Aktionsplans festzuschreiben			

Nr	Thema	Zuständigkeit	Verantwortlich für die Durchführung	Bezug (Absatz)	Zitat aus Überprüfungsbericht 2011 (FCCC/ARR/2011/DEU)	Instrument zur Umsetzung / Veröffentlichung	Aktivität zur Verbesserung	geplantes / erreichtes Ergebnis	Zeitliche Perspektive	Anmerkung
6.2	Abweichungen EB mit IEA-Daten	BMWi, AGEb, Fragebogenbeauftragte	BMWi	45	<i>The ERT also noted differences between the inventory data and the corresponding IEA data (e.g. for solid fuels exports, the data show differences of over 60 per cent in some recent years [...]. Germany has provided some explanations for the divergences and informed the ERT that it is continuing to investigate these differences. The ERT considers that the differences cause no underestimation of emissions, but reiterates the recommendation of the previous review report that Germany explain the reasons for these differences between its inventory data and the corresponding IEA data in its next annual submission.</i>		gemeinsam im Rahmen des Aktionsplans festzuschreiben			
7.1	Verbesserung Gasbilanz	BMWi/Destatis / DIW/UBA/u.a.	Destatis	39	<i>significant amount of flaring/losses of natural gas in the NEB that were not transparently accounted for</i>	NIR, EB	Treffen aller Beteiligten Energieexperten, Überprüfung und Umstellung der Datenquelle	the significant amount of flaring/losses of natural gas are taken into account	Apr 12	erledigt

Nr	Thema	Zuständigkeit	Verantwortlich für die Durchführung	Bezug (Absatz)	Zitat aus Überprüfungsbericht 2011 (FCCC/ARR/2011/DEU)	Instrument zur Umsetzung / Veröffentlichung	Aktivität zur Verbesserung	geplantes / erreichtes Ergebnis	Zeitliche Perspektive	Anmerkung
7.2	Verbesserung Gasbilanz	BMWi/Destastis / DIW/UBA/u.a.	Destatis	39	<i>significant amount of flaring/losses of natural gas in the NEB that were not transparently accounted for</i>	NIR, EB	Aktualisierung der Gasbilanzen in den Positionen Fackelverluste, sondern u.a. auch auf Gewinnung , Außenhandel, Bestandsveränderung, NEV, EEV in den Energiebilanzen 2005 und Folgende	the significant amount of flaring/losses of natural gas are taken into account with regard to the time series	Herbst 12	

18.6 Unsicherheiten der Aktivitätsraten stationärer Feuerungsanlagen

Siehe NIR 2007, Kapitel 13.6.

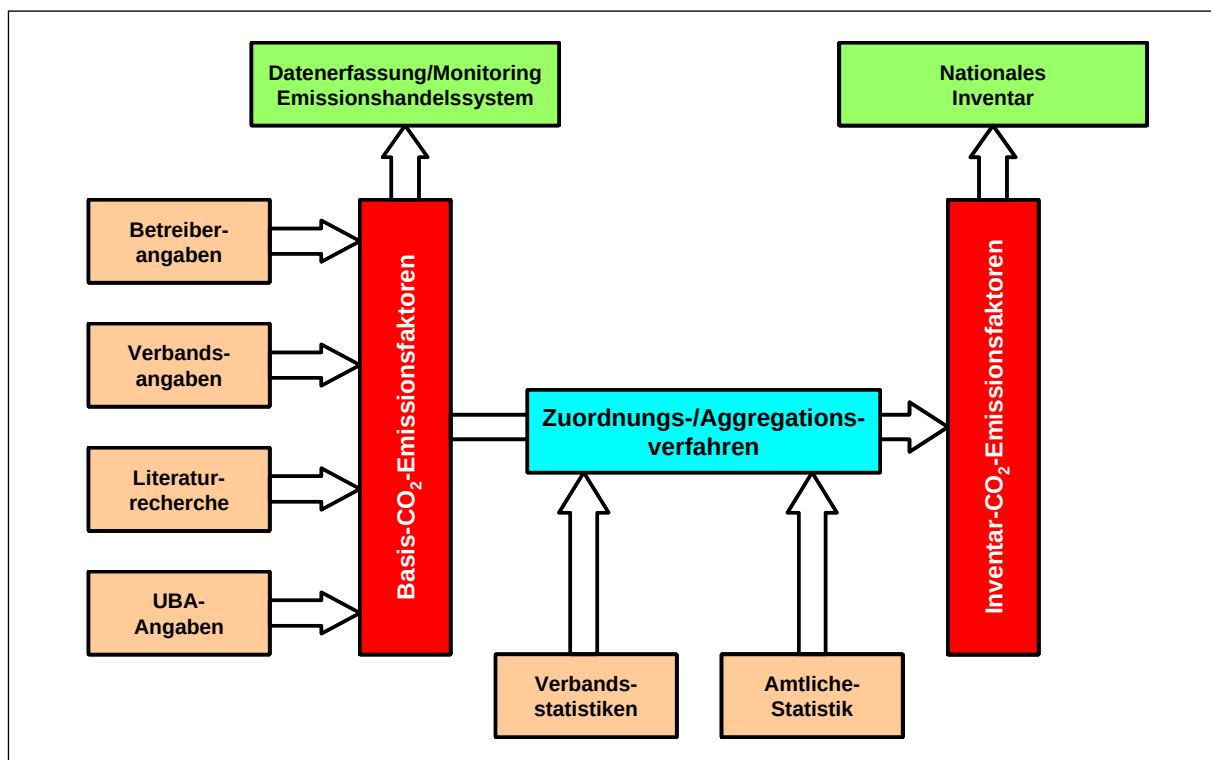
18.7 CO₂-Emissionsfaktoren

Die dem Inventar zugrunde gelegten Emissionsfaktoren wurden aus der Liste der „CO₂-Emissionsfaktoren für die Erstellung der nationalen CO₂-Inventare“ (ÖKO-INSTITUT, 2004c) abgeleitet.

18.7.1 Methodische Vorbemerkungen

Im Rahmen des EU-Emissionshandels besteht die Notwendigkeit, für die Anlagenbetreiber sehr differenzierte CO₂-Emissionsfaktoren bereit zu stellen, um eine möglichst genaue Ermittlung der anlagenbezogenen Emissionen zu gewährleisten.

Hinsichtlich der deutlich weniger stark differenzierten CO₂-Emissionsfaktoren zur Erstellung der nationalen Inventare entsteht in Anbetracht der zyklisch notwendigen Zuteilung von Emissionsberechtigungen an die Anlagenbetreiber die Notwendigkeit für ein möglichst hohes Maß an Konsistenz. Dabei begegnen sich die Zuteilungsperioden des ETS mit dem Anspruch der ungebrochenen Methoden für die Inventarberechnungen.



Quelle: Öko-Institut

Abbildung 80: Basis- und Inventar-Emissionsfaktoren für CO₂

Vor diesem Hintergrund wurde ein konsistentes Konzept für die CO₂-Emissionsfaktoren entwickelt (Abbildung 80).

Das System basiert auf einem Satz differenzierter CO₂-Emissionsfaktoren, die sich – zum größten Teil – an den Erfordernissen des Emissionshandelssystems ausrichten (so genannte Basis-Emissionsfaktoren für CO₂). Diese Emissionsfaktoren wurden auf Grundlage sehr

unterschiedlicher Datenquellen entwickelt. Dazu gehören einerseits Betreiberdaten, andere Daten wurden von Verbänden bereitgestellt oder aus Literaturrecherchen gewonnen. Schließlich wurde an einigen Stellen auf Angaben des Umweltbundesamtes zurückgegriffen und erfolgt nunmehr durch die Datenbasis des ETS eine weitere Fortentwicklung.

Die Basis-Emissionsfaktoren für CO₂ werden unter Rückgriff auf Strukturdaten aus Verbandsstatistiken bzw. der (quasi-) amtlichen Statistik so zugeordnet und aggregiert, dass sie passfähig zu den Aktivitätsraten sind, die für die Erstellung der nationalen Inventare in Ansatz gebracht werden können. Emissionsfaktoren auf dieser Aggregations- bzw. Zuordnungsstufe werden dann als Inventar-Emissionsfaktoren für CO₂ bezeichnet.

18.7.2 Basis-Emissionsfaktoren für CO₂

Aktuelle Informationen zu den Basis-Emissionsfaktoren sind im Internet des Umweltbundesamtes eingestellt, unter folgender URL:

<http://www.umweltbundesamt.de/emissionen/publikationen.htm>

18.7.3 Ermittlung der Inventar-Emissionsfaktoren für CO₂

Auf Grundlage der Basis-Emissionsfaktoren für CO₂ (ohne Sonderbrennstoffe) werden unter Rückgriff auf Energieverbrauchs-Strukturdaten die CO₂-Emissionsfaktoren in der Differenzierung gebildet, die für die Erstellung der nationalen CO₂-Inventare benötigt wird (vergleiche dazu Tabelle 347).

Bei den *Steinkohlen* wird zunächst davon ausgegangen, dass in Kleinfeuerungsanlagen sowie in nach TA-Luft genehmigten Wärmezeugungsanlagen in den privaten Haushalten, im Kleinverbrauchssektor (ab 1995: Gewerbe, Handel, Dienstleistungen) sowie bei den militärischen Dienststellen Anthrazit zum Einsatz kommt. Für Anthrazit wird keine weitere Differenzierung in Ansatz gebracht. Auch für den Einsatz von Ballastkohle wird keine weitere Differenzierung vorgenommen.

Für die Ermittlung der CO₂-Emissionsfaktoren für Steinkohle wird zunächst ein energiebezogener Mix der deutschen Steinkohlenförderung nach Revieren (Ruhr, Saar, Aachen, Niedersachsen) zu Grunde gelegt, der über die Statistik der Kohlenwirtschaft verfügbar ist. Aus den entsprechenden revierspezifischen Emissionsfaktoren wird ein auf dieser Basis gewichteter Mittelwert errechnet. Anschließend wird ein Mix aus inländischer Förderung und Import nach Herkunftsstaaten ermittelt. Die Datengrundlage hierfür bilden neben den o.g. Angaben zur inländischen Förderung zunächst die detaillierten Daten des Vereins der Kohlenimporteure. Für die Berechnung des Import-Mixes wird der gesamte Steinkohlenimport nach Lieferländern um die Menge an Koks und Kokskohle sowie um die (geringen) Importmengen an anderen Steinkohlenprodukten bereinigt und auf Energieinhalte umgerechnet.

Der Mix des inländischen Steinkohlenaufkommens sowie der Mix des Importaufkommens werden über den Importanteil für die genutzte Steinkohle verknüpft. Dieser beruht auf den vom Verein der Kohlenimporteure vorgelegten Daten zum Anteil importierter Kohle für die verschiedenen Einsatzbereiche, wobei der Einsatz in der Eisen- und Stahlindustrie bzw. in den Kokereien nicht berücksichtigt wird.

Als Grundlage hinsichtlich der länderspezifischen CO₂-Emissionsfaktoren für den CO₂-Emissionsfaktor des Import-Mixes dienen die (ungewichteten) Mittelwerte für die jeweiligen

Herkunftsstaaten. Für die Steinkohlen aus deutscher Förderung werden die entsprechenden Produktionsdaten für die Wichtung in Ansatz gebracht.

Für die Produkte Steinkohlenbrikett und Steinkohlenkoks wurden keine weiteren Differenzierungen vorgenommen.

Für den Einsatz von Rohbraunkohle in den Kraftwerken der öffentlichen Versorgung werden die revierspezifischen Angaben zu CO₂-Emissionsfaktoren direkt verwendet. Lediglich für den Rohbraunkohleeinsatz in Fernheizwerken wird ein Mixwert aus den verschiedenen Revieren (Rheinland, Lausitz, Mitteldeutschland, Helmstedt, Hessen,) errechnet.

Durch die Subtraktion der Einsatzmengen an Rohbraunkohle in den öffentlichen Kraftwerken sowie der Einsatzmengen für die Produkterzeugung von den gesamten Förder- bzw. Importmengen (Importe sind nur für den Hartbraunkohleeinsatz signifikant) lässt sich für die Rohbraunkohlenverwendung in Industrie und Kleinverbrauch ein Differenzbetrag ermitteln, für den wiederum ein Mix nach Provenienzen errechnet werden kann.

Ebenfalls auf Grundlage von Produktionsdaten der STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT e.V. werden aus den Einzelangaben für die Braunkohlenprodukte (Braunkohlenbriketts, Wirbelschicht-, Staub- und Trockenkohle sowie Braunkohlenkoks) gewichtete Mittelwerte jeweils für die alten und die neuen Bundesländer sowie für Deutschland insgesamt ermittelt.

Für die CO₂-Emissionsfaktoren aller anderen Energieträger werden keine weiteren Aggregationen vorgenommen und die in Tabelle 347 gezeigten Werte verwendet. Hinsichtlich der Zuordnungen ist auf folgende Punkte hinzuweisen:

- Für den Zeitabschnitt 1990 bis 1994, in dem eine getrennte Bilanzierung für die alten (ABL) und die neuen Bundesländer (NBL) vorgenommen wird, werden ggf. die nach ABL und NBL differenzierten gewichteten CO₂-Emissionsfaktoren in Ansatz gebracht.
- Für den Zeitraum bis 1994 wird hinsichtlich der neuen Bundesländer der CO₂-Emissionsfaktor für russisches Erdgas unterstellt.
- Das Hochdruck-Spaltgas aus Erdgas ist nur für West-Berlin (bis 1995) relevant.

Zukünftig sollen mehr Emissionsfaktoren aus dem ETS im Inventar verwendet werden. Zur Vermeidung von Inkonsistenzen muss darauf geachtet werden, dass die Brennstoffqualitäten identisch sind. Deshalb werden gegenwärtig die in der nationalen Statistik gemeldeten Heizwerte mit denen verglichen, die für den Emissionshandel gemeldet werden, um herauszufinden welche Werte für das Inventar verwendet werden können. Diese Arbeiten sind gegenwärtig noch nicht abgeschlossen.

Tabelle 347: Für die Emissionsberichterstattung abgeleitete Emissionsfaktoren für CO₂ ab 1990, Energie

Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren [t CO ₂ /TJ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Kohlen															
Steinkohle															
Steinkohle roh (Kraftwerke, Industrie)	93,3	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4	93,5	93,6	93,7	93,7	93,7	93,9	94,0	94,0	94,0
Steinkohlenbriketts	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0
Steinkohlenkoks	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0
Anthrazit (Wärmemarkt Haushalte, Kleinverbrauch)	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0
Balaststeinkohle <i>Alte Bundesländer</i>	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0										
Braunkohle															
Rohbraunkohlen															
öffentliche Fernheizwerke D. Industrie, Kleinverbrauch D. <i>Alte Bundesländer</i>						112,5	112,3	112,3	112,2	112,2	112,1	111,9	112,1	112,1	112,3
<i>Neue Bundesländer</i>	113,9	113,8	113,8	113,9	113,9	109,5	111,9	112,9	112,8	111,8	112,4	111,9	112,1	112,0	111,9
öffentliche Kraftwerke Revier: Rheinland	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0
Helmstedt	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
Hessen	111,0	111,0	111,0	111,0	111,0	111,0	111,0	111,0	111,0	111,0	111,0	111,0	111,0	111,0	NO
Lausitz	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0
Mitteldeutschland	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0
Braunkohlenbriketts Deutschland						100,0	100,0	99,9	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7
<i>Alte Bundesländer</i>	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0										
<i>Neue Bundesländer</i>	99,7	100,0	100,0	100,0	100,3										
Braunkohlenteer Neue Bundesländer	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0										
Braunkohlenstaub und -wirbelschichtkohle															
<i>Deutschland</i>						97,8	97,7	97,7	97,8	97,9	98,0	98,0	97,9	97,9	97,9
<i>Alte Bundesländer</i>	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0										
<i>Neue Bundesländer</i>	96,7	96,6	96,8	97,5	97,1										
Braunkohlenkoks	108,0	108,0	108,0	108,0	108,0	108,0	108,0	108,0	108,0	108,0	108,0	108,0	108,0	108,0	108,0
Hartbraunkohle	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0

Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren [t CO ₂ /TJ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Mineralöle															
Erdöl roh	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Ottokraftstoff	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0
Rohbenzin Deutschland						80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
<i>Alte Bundesländer</i>	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0										
<i>Neue Bundesländer</i>	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0										
Kerosin	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3
Flugbenzin	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3
Dieselmotorkraftstoff Deutschland						74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0
<i>Alte Bundesländer</i>	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0										
<i>Neue Bundesländer</i>	73,0	74,0	74,0	74,0	74,0										
Heizöl leicht Deutschland						74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0
<i>Alte Bundesländer</i>	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0										
<i>Neue Bundesländer</i>	73,0	74,0	74,0	74,0	74,0										
Heizöl schwer	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0
Petroleum	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0
Petrolkoks	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0
Flüssiggas Deutschland						65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0
<i>Alte Bundesländer</i>	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0										
<i>Neue Bundesländer</i>	64,0	65,0	65,0	65,0	65,0										
Raffineriegas	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
Andere Mineralölprodukte Deutschland						80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
<i>Alte Bundesländer</i>	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0										
<i>Neue Bundesländer</i>	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0										
Schmierstoff	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
Gase															
Kokerei- und Stadtgas Deutschland						40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
<i>Alte Bundesländer</i>	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0										
<i>Neue Bundesländer</i>	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0										
Gichtgas Alte u. Neue Bundesländer	264,0	264,0	264,0	264,0	264,0										
Gicht- und Konvertergas Deutschland						255,8	257,9	257,8	257,5	257,4	257,5	257,7	257,5	257,6	257,5
Brenngas Neue Bundesländer	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0										
Sonstige Gase Deutschland														60,0	60,0
Naturgase															
Erdgas Deutschland						56,0	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0
<i>Alte Bundesländer</i>	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0										
<i>Neue Bundesländer</i>	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0										
Erdölgas	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0
Grubengas	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0

Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren [t CO ₂ /TJ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Abfall															
Hausmüll, Siedlungsabfall	109,6	107,0	104,6	100,1	98,0	96,9	95,8	94,7	93,6	92,5	91,5	91,5	91,5	91,5	91,5
Industriemüll Deutschland						71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1
<i>Alte Bundesländer ²⁾</i>	73,9	73,9	74,0	74,1	74,3										
<i>Neue Bundesländer ²⁾</i>	74,9	74,8	74,7	74,6	74,6										
Sonderabfall Deutschland						83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0
Sonderbrennstoffe ¹⁾															
Altöl	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7
Altkunststoff						74,6	74,6	74,6	74,6	74,6	74,6	74,6	74,6	74,6	74,6
Altreifen	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4
Bleicherde	NO	NO	NO	NO	NO	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3
Gewerbeabfall Kunststoff	NO	NO	NO	NO	NO	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1
Gewerbeabfall Papier	NO	NO	NO	NO	NO	64,9	64,9	64,9	64,9	64,9	64,9	64,9	64,9	64,9	64,9
Gewerbeabfall sonstiger	NO	NO	NO	NO	NO	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1
Gewerbeabfall Verpackungen	NO	NO	NO	NO	NO	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9
Klärschlamm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	95,1	95,1
Lösemittel (Abfall)	NO	NO	NO	NO	NO	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1
Ölschlamm	NO	NO	NO	NO	NO	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0
Rückstände Papierindustrie	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2
Siedlungsabfall aufbereitet	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8
Teppichabfälle	NO	NO	NO	NO	NO	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4
Textilabfälle	NO	NO	NO	NO	NO	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3

Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren [t CO ₂ /TJ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Biomasse-Brennstoffe ³⁾															
Ablaugen Zellstoffherstellung	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0
Faser-/Deinking-Rückstände	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9
Holzabfälle, Resthölzer (Industrie)	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1
Holzabfälle, Resthölzer (Kleinverbraucher)	NO	NO	NO	NO	NO	95,1	95,1	95,1	95,1	95,1	95,1	95,1	95,1	95,1	95,1
Rinde	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4
Tiermehle und -fette	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6
Tierfett	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	74,9	74,9	74,9	74,9
Brennholz ⁴⁾	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4
Deponiegas, Klärgas, Biogas ⁴⁾	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6
Bio-Ethanol	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0
Biodiesel ⁴⁾	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8
Sonstige Faktoren [kg/t]															
Rauchgasentschwefelung	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0

Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren [t CO ₂ /TJ]	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Kohlen							
Steinkohle							
Steinkohle roh (Kraftwerke, Industrie)	94,0	94,2	94,1	94,3	94,3	94,2	94,2
Steinkohlenbriketts	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0
Steinkohlenkoks	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0
Anthrazit (Wärmemarkt Haushalte, Kleinverbrauch)	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0
Balaststeinkohle <i>Alte Bundesländer</i>							
Braunkohle							
Rohbraunkohlen							
öffentliche Fernheizwerke <i>D.</i>	112,3	112,2	112,3	112,3	112,2	112,2	112,3
Industrie, Kleinverbrauch <i>D.</i>	111,4	110,6	111,6	110,7	110,6	110,0	109,5
<i>Alte Bundesländer</i>							
<i>Neue Bundesländer</i>							
öffentliche Kraftwerke Revier:							
Rheinland	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0
Helmstedt	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
Hessen	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Lausitz	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0
Mitteldeutschland	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0
Braunkohlenbriketts <i>Deutschland</i>	99,7	99,7	99,6	99,6	99,8	99,8	99,9
<i>Alte Bundesländer</i>							
<i>Neue Bundesländer</i>							
Braunkohlenteer <i>Neue Bundesländer</i>							
Braunkohlenstaub und -wirbelschichtkohle							
<i>Deutschland</i>	98,0	98,0	97,9	98,0	98,0	98,0	98,0
<i>Alte Bundesländer</i>							
<i>Neue Bundesländer</i>							
Braunkohlenkoks	108,0	108,0	108,0	108,0	108,0	108,0	108,0
Hartbraunkohle	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0

Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren [t CO ₂ /TJ]	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Mineralöle							
Erdöl roh	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Ottokraftstoff	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0
Rohbenzin Deutschland	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
Alte Bundesländer							
Neue Bundesländer							
Kerosin	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3
Flugtreibstoff	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3
Dieselmkraftstoff Deutschland	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0
Alte Bundesländer							
Neue Bundesländer							
Heizöl leicht Deutschland	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0
Alte Bundesländer							
Neue Bundesländer							
Heizöl schwer	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0
Petroleum	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0
Petrolkoks	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0
Flüssiggas Deutschland	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0
Alte Bundesländer							
Neue Bundesländer							
Raffineriegas	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
Andere Mineralölprodukte Deutschland	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
Alte Bundesländer							
Neue Bundesländer							
Schmierstoff	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
Gase							
Kokerei- und Stadtgas Deutschland	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Alte Bundesländer							
Neue Bundesländer							
Gichtgas Alte u. Neue Bundesländer							
Gicht- und Konvertergas Deutschland	257,7	257,5	257,7	257,8	257,5	257,7	257,9
Brenngas Neue Bundesländer							
Sonstige Gase Deutschland	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
Naturgase							
Erdgas Deutschland	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0
Alte Bundesländer							
Neue Bundesländer							
Erdölgas	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0
Grubengas	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0

Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren [t CO ₂ /TJ]	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Abfall							
Hausmüll, Siedlungsabfall	91,5	91,5	91,5	91,5	91,5	91,5	91,5
Industriemüll Deutschland	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1
<i>Alte Bundesländer ²⁾</i>							
<i>Neue Bundesländer ²⁾</i>							
Sonderabfall Deutschland	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0
Sonderbrennstoffe ¹⁾							
Altöl	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7
Altkunststoff	74,6	74,6	74,6	74,6	74,6	74,6	74,6
Altreifen	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4
Bleicherde	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3
Gewerbeabfall Kunststoff	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1
Gewerbeabfall Papier	64,9	64,9	64,9	64,9	64,9	64,9	64,9
Gewerbeabfall sonstiger	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1
Gewerbeabfall Verpackungen	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9
Klärschlamm	95,1	95,1	95,1	95,1	95,1	95,1	95,1
Lösemittel (Abfall)	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1
Ölschlamm	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0
Rückstände Papierindustrie	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2
Siedlungsabfall aufbereitet	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8
Teppichabfälle	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4
Textilabfälle	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3

Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren [t CO ₂ /TJ]	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Biomasse-Brennstoffe ³⁾							
Ablaugen Zellstoffherstellung	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0
Faser-/Deinking-Rückstände	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9
Holzabfälle, Resthölzer (Industrie)	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1
Holzabfälle, Resthölzer (Kleinverbraucher)	95,1	95,1	95,1	95,1	95,1	95,1	95,1
Rinde	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4
Tiermehle und -fette	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6
Tierfett	74,9	74,9	74,9	74,9	74,9	74,9	74,9
Brennholz ⁴⁾	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4
Deponiegas, Klärgas, Biogas ⁴⁾	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6
Bio-Ethanol	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0
Biodiesel ⁴⁾	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8

Sonstige Faktoren [kg/t]

Rauchgasentschwefelung	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0

- 1) Brennstoffe nach Definition der Inventardaten können bei den Bezeichnungen von anderen Normen abweichen und sind nur bei Inventarausweisung benannt und mit EF unterlegt.
- 2) Jährliche Änderung des EF aufgrund der unterschiedlichen Anteile von Feuerungsanlagen und Betriebseigenen Anlagen 1990 bis 1994 jeweils einzeln für ABL / NBL
- 3) Nennung für ausgewählte Brennstoffe, wobei errechnete CO₂-Emissionen nur nachrichtlich übermittelt werden und nicht in die Gesamtmengen des Inventars eingehen, Biomasseanteile aus Sonderbrennstoffen (s.o.) sind nicht gesondert aufgeführt, weil die CO₂-EF nicht unterschieden werden.
- 4) Defaultwerte

Anm.: Bei der Verwendung von Stoffwerten aus dem NIR im Rahmen des ETS sind die Hinweise und FAQ der Deutschen Emissionshandelsstelle (DEHSt) zu beachten.

Tabelle 348: Für die Emissionsberichterstattung abgeleitete Emissionsfaktoren für CO₂ ab 1990, Industrieprozesse

Industrieprozesse [kg CO ₂ / t (Rohstoff oder Produkt)]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
2.A.1 Produktion von Zementklinker	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00
2.A.2 Produktion von Branntkalk	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75
2.A.2 Produktion von Dolomitkalk	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35
2.A.3 Verwendung von Kalkstein	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00
2.A.4.b Verwendung von Soda	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00
2.A.7.a Produktion von Behälterglas	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00
2.A.7.a Produktion von Flachglas	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00
2.A.7.a Produktion von Wirtschaftsglas	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
2.A.7.a Produktion von Spezialglas (Mix)	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00
2.A.7.a Produktion von Glasfasern (Mix)	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00
2.A.7.a Produktion von Steinwolle (Mix)	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00
2.A.7.a Produktion von Glas (Mix undifferenziert NBL)	174,00	174,00	174,00	174,00	174,00	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.A.7.a Produktion von Glas (D-Mix inkl. Scherbeneinsatz)	106,01	101,80	99,34	96,79	83,97	101,63	99,75	97,09	94,99	94,56	97,41	100,58	97,47	96,37	98,27
2.A.7.b Produktion von Mauerziegeln	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10
2.A.7.b Produktion von Dachziegeln	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60
2.B.1 Produktion von Ammoniak	2.124,10	2.139,00	2.154,20	2.469,70	2.441,40	2.410,30	2.349,30	2.411,70	2.366,60	2.419,00	2.340,80	2.347,80	2.394,10	2.381,20	2.422,20
2.B.4 Produktion von Calciumcarbid	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
2.B.5 Katalysatorabbrand	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42
2.B.5 Produktion von Ruß	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196
2.B.5 Produktion von Methanol	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
2.C.1 Produktion von Elektrostahl	8,50	8,00	7,50	7,374	7,374	7,374	7,374	7,374	7,374	7,374	7,374	7,374	7,374	7,374	7,374
2.C.1 Produktion von Oxygenstahl, Kalksteineinsatz	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00
2.C.2 Produktion von Ferrolegierungen	1500,00	1222,00	944,00	527,00	249,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00
2.C.2 Produktion von Ferrolegierungen (NBL)	1500,00	1500,00	1500,00	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.C.3 Produktion von Hüttenaluminium	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00

Industrieprozesse [kg CO ₂ / t (Rohstoff oder Produkt)]	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2.A.1 Produktion von Zementklinker	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00
2.A.2 Produktion von Branntkalk	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75
2.A.2 Produktion von Dolomitmalk	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35
2.A.3 Verwendung von Kalkstein	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00
2.A.4.b Verwendung von Soda	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00
2.A.7.a Produktion von Behälterglas	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00
2.A.7.a Produktion von Flachglas	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00
2.A.7.a Produktion von Wirtschaftsglas	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
2.A.7.a Produktion von Spezialglas (Mix)	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00
2.A.7.a Produktion von Glasfasern (Mix)	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00
2.A.7.a Produktion von Steinwolle (Mix)	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00
2.A.7.a Produktion von Glas (Mix undifferenziert NBL)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.A.7.a Produktion von Glas (D-Mix inkl. Scherbeneinsatz)	101,59	100,88	95,36	95,07	94,22	98,92	99,29
2.A.7.b Produktion von Mauerziegeln	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10
2.A.7.b Produktion von Dachziegeln	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60
2.B.1 Produktion von Ammoniak	2.372,80	2.310,70	2.364,20	2.382,90	2.492,10	2.377,50	2.353,9
2.B.4 Produktion von Calciumcarbid	C	C	C	C	C	C	C
2.B.5 Katalysatorabbrand	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42
2.B.5 Produktion von Ruß	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196
2.B.5 Produktion von Methanol	C	C	C	C	C	C	C
2.C.1 Produktion von Elektrostahl	7,374	7,374	7,374	7,374	7,374	7,374	7,374
2.C.1 Produktion von Oxygenstahl, Kalksteineinsatz	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00
2.C.2 Produktion von Ferrolegierungen	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	111,00	111,00
2.C.2 Produktion von Ferrolegierungen (NBL)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.C.3 Produktion von Hüttenaluminium	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00

C Vertrauliche Daten

Anm.: Bei der Verwendung von Stoffwerten aus dem NIR im Rahmen des ETS sind die Hinweise und FAQ der Deutschen Emissionshandelsstelle (DEHSt) zu beachten.

18.8 Analyse der CO₂-Emissionen aus der nichtenergetischen Verwendung von Energieträgern

In Deutschland werden Kohle, Öl und Gas weit überwiegend zu energetischen Zwecken genutzt. Ein Anteil der Kohlen, der Mineralöle und der Gase wird jedoch auch als Rohstoff (Feedstock) für Herstellungsprozesse verwendet – dies wird als der Nicht-Energetische Verbrauch (NEV) bilanziert.

In der deutschen Energiebilanz wird er in Zeile 43 separat ausgewiesen. Die chemische Industrie ist der dominierende Verbraucher von fossilen Energieträgern zu nicht-energetischen Zwecken. Sie werden in Deutschland in der Chemie zur Herstellung von Grundchemikalien, wie Ammoniak, Ethylen und Propylen eingesetzt, aus welchen in weiteren Produktionsschritten letztendlich so wichtige Produkte wie Düngemittel und Kunststoffe hergestellt werden. Weitere Anwendungen liegen in der Herstellung von Graphitelektroden, im Straßenbau als Asphalt sowie generell als Wachse und als Schmiermittel.

In Tabelle 349 (s.u.) wurde ein Vergleich zwischen den in der Zeile 43 aufgelisteten Verbräuchen und den berichteten Emissionen von CO₂ und NMVOC aus dem Einsatz von fossilen Energieträgern in Nicht Energetischen Verwendungen durchgeführt. Die Zuordnung der Emissionen aus den stofflichen Anwendungen zu den einzelnen Energieträgern erfolgte entsprechend der Tabelle 1.3 aus Volume 3 der IPCC-GL 2006 bzw. nach den Angaben der Produzenten und Experten. Teilweise mussten eigene Abschätzungen durchgeführt werden, wie sich der Einsatz auf die einzelnen Energieträger verteilt.

Der Vergleich verdeutlicht eine Diskrepanz zwischen den in Zeile 43 gemeldeten Kohlenstoffmengen und den Emissionen vor allem bei den Mineralölen. Die NMVOC- und CO₂-Emissionen decken 2010 ca. 9 % des NEV ab, ca. 91 % werden nicht unmittelbar emittiert.

Für den Vergleich zwischen dem mit den Energieträgern eingesetzten Kohlenstoff und den resultierenden Emissionen muss zusätzlich die Lebensdauer der Produkte berücksichtigt werden. Dies schließt die Herstellung, Anwendung und Entsorgung, aber auch den Export der Produkte ein. In der Quellgruppe CRF 1.A berichtet Deutschland u. a. die Emissionen aus der energetischen Nutzung der Abfallverbrennung. Viele Produkte werden nicht im Jahr der Herstellung entsorgt. In einigen Produkten ist der Kohlenstoff längerfristig gebunden. So ist der Kohlenstoff aus Bitumen im Asphalt über einen sehr langen Zeitraum gespeichert. Andere Produkte wie Kunststoffe werden als handelbares Gut ins Ausland exportiert. Auch Abfälle werden ins Ausland exportiert. Diese Produkte und der in ihnen enthaltene Kohlenstoff können in der hier betrachteten Kohlenstoffbilanz für Deutschland nicht berücksichtigt werden und führen zu einer deutlichen Differenz zwischen stofflich eingesetztem und emittiertem Kohlenstoff in Deutschland. Die eingesetzten Kohlenstoffe im Nicht Energetischen Verbrauch sind deutlich höher als die berichteten CO₂ und NMVOC Emissionen aus der stofflichen Nutzung fossiler Energieträger.

Um abzuschätzen, ob die in der Energiebilanz als Nicht Energetischer Verbrauch ausgewiesenen Mengen sich trotzdem in der stofflichen Verwendung nachweisen lassen, wurden die in den Produkten gespeicherten Kohlenstoffmengen der fossilen Energieträger bilanziert. In der chemischen Industrie werden fossile Energieträger in Crackern, im Reforming und der Synthesegasherstellung eingesetzt. Die wichtigsten Folgeprodukte dieser Prozesse sind für Cracker und Reforming Ethylen, Propylen, 1,3-Butadien, Benzol, Toluol

und Xylol und für Synthesegas Ammoniak und Methanol. In Raffinerien werden Bitumen, Schmierstoffe und Paraffine, Wachse und Vaseline gewonnen. Bitumen wird u.a. für Straßenbeläge oder Bitumendachbahnen verwendet. Schmierstoffe werden u.a. im Straßenverkehr und in Maschinen eingesetzt. Für den Vergleich mit der Zeile 43 wurden die Produktionsmengen der aufgezählten Produkte aus den gemeldeten Daten des Statistischen Bundesamtes genommen und stöchiometrisch proportional in CO₂-Äquivalente umgerechnet.

Für Methanol, Ethylen, Propylen, 1,3-Butadien, Benzol, Toluol und Xylol wurde der Kohlenstoffgehalt stöchiometrisch über die Molare Masse des Produkts und die Molare Masse von CO₂ in CO₂-Äquivalente umgerechnet. Anschließend wurden die CO₂-Äquivalent-Emissionen auf die drei Feedstocks, die in Deutschland eingesetzt werden (Naphta, Flüssiggas und andere Mineralölprodukte) verteilt. Die Verteilung der Emissionen und des Kohlenstoffgehaltes der Produkte auf die einzelnen Brennstoffe stellt eine mögliche Verteilung dar. Die Umrechnung in CO₂-Äquivalente wird exemplarisch anhand von Ethylen (C₂H₄) erklärt:

$$\begin{aligned} M(\text{CO}_2) &= 44 \text{ g/mol} \\ M(\text{C}_2\text{H}_4) &= 28 \\ \text{CO}_2\text{-Äquivalente} &= \text{AR} \cdot 2 \cdot 44 / 28. \end{aligned}$$

Für Industrieruß wurde für das Produkt vereinfacht angenommen, dass es aus reinem Kohlenstoff besteht. Dieser wurde ebenfalls über das stöchiometrische Verhältnis in CO₂-Äquivalente umgerechnet.

Die Produktionsmengen von Schmierstoffen, Wachsen, Paraffinen, Vaseline u.a. wurden über die folgenden Werte der Monitoring-Leitlinien des Emissionshandels (Tabelle 4, S. 33) umgerechnet.

	EF t CO ₂ /TJ	Unterer Heizwert TJ/Gg
Bitumen	80,6	40,2
Paraffinwachs	73,3	40,2
Schmieröl	73,3	40,2

Die Summe des Kohlenstoffs aus den Emissionen und der Speicherung in den Produkten entspricht für 2010 der Submission 2013 94 % des nichtenergetischen Verbrauchs wie er in der Zeile 43 der Energiebilanz gemeldet ist. Der Anteil der chemischen Industrie liegt bei ca. 78 % und der Anteil der Produkte aus Raffinerien bei ca. 21 %.

Tabelle 349: Verification of Completeness of Reported CO₂ from Non-Energy Use of Fossil Fuels

Jahr	2010	Einheit	Kohle						Mineralöl									Gas		
			Stein kohle	Stein kohlenkoks	Andere Steinkohlen- produkte	Braunkohle	Andere Braunkohlen- produkte	Summe Festbrennstoffe	Rohbenzin (Naphtha)	Dieselmkraft stoff	Heizöl, leicht	Heizöl, schwer	Petrolkoks	Flüssiggas	Raffin- eriegas	Andere Mineralölprodukte	Summe Flüssigbrennstoffe	Erdgas	Summe Gas	
A: Ausgewiesene NEU-Menge (Energiebilanzzeile 43)		TJ	1 703	2 521	4 411	300	15 826	682,5 2.502,7	469 333	8	39 337	157 909	7 341	60 537	19 302	145 059	17.954,0 65.831,5	110 434		
B: Kohlenstoffgehalt		kg C/GJ	26,8	29,2	26,8	27,6	27,6		20,0	20,2	20,2	21,1	26,6	17,2	15,7	20,0		15,3		
C: Summe des Einsatzes als Feedstock/Nicht-energetische Verwendung		Gg C	45,6	73,6	118,2	8,3	436,8		9.386,7	0,2	794,6	3.331,9	195,3	1.041,2	303,0	2.901,2		1.689,6		1.689,6
D: Summe des Einsatzes als Feedstock/Nicht-energetische Verwendung		Gg CO2	167,3	269,9	433,5	30,4	1.601,6		34.417,8	0,6	2.913,6	12.216,9	716,0	3.817,9	1.111,2	10.637,7		6.195,3		6.195,3
E: Impliziter oxidierter Kohlenstoffanteil		%	0%	206%	0%	0%	0%	22%	96%	0%	0%	56%	2%	88%	0%	185%	95%	84%	84%	
	AR (Gg)	EM (Gg CO2)	AR+EM (C in Gg CO2)						AR+EM (C in Gg CO2)											
F: Summe berichtetes fossiles IPPU CO2		6.709	557				557	32.915	0		6.796	17	3.365	19.653		62.747	5.209	5.209		
2 Industrieprozesse		6.709							6.796						17	3.365	4.812	47.906	5.209	5.209
2B: Chemische Industrie		6.152							32.915	0		6.796	17	3.365	4.812		47.906	5.209	5.209	
2B1: Ammoniak-Produktion	3.128	4.076							2.717								2.717	1.359	1.359	
2B1: Ammoniak-Produktion: CO2 zur weiteren Verwendung	3.361								3.361								3.361			
2B5: Karbid Produktion	C	17							17								17		0	
2B5: Sonstige									718								718			
Methanol CH3OH	C	718															718			
Ethylene C2H4	5.063								12.747					1.303		1.863	15.914			
Propylen C3H6	3.905								9.830					1.005		1.437	12.272			
1,3-Butadien C4H6	1.151								3.004					307		439	3.751			
Benzol C6H6	1.874								5.081					520		743	6.344			
Toluol C7H8	662								1.776					182		260	2.218			
Xylol C8H10	179								476					49		70	595			
Industrieruß	684	1.341															0	3.850	3.850	

Jahr	2010	Einheit	Kohle					Mineralöl								Gas			
			Stein kohle	Stein kohlenkoks	Andere Steinkohlen- produkte	Braunkohle	Andere Braunkohlen- produkte	Summe Festbrennstoffe	Rohbenzin (Naphtha)	Dieselmkraft stoff	Heizöl, leicht	Heizöl, schwer	Petrolkoks	Flüssiggas	Raffin- eriegas	Andere Mineralölprodukte	Summe Flüssigbrennstoffe	Erdgas	Summe Gas
	AR (Gg)	EM (Gg CO2)	AR+EM (C in Gg CO2)					AR+EM (C in Gg CO2)											
2C: Metall Industrie		557	557					557											
2C1: Eisen- und Stahlproduktion (1)	IE	IE						0									0	0	
2C2: Produktion von Ferrolegierungen	55	6	6					6									0	0	
2C3: Primäraluminiumproduktion	403	551	551					551									0	0	
2C5: Sonstige								0									0	0	
Blei-Produktion	NE	NE						0									0	0	
Zink-Produktion	NE	NE						0									0	0	
3: Lösemittel und andere Produktverwendungen (2)	IE	IE	0					0	IE								0	0	
Ausnahmen, die woanders berichtet werden																			
1A Verbrennung von Brennstoffen		0							14.841								14.841		
1A1b: Mineralölraffinerien																		0	
Schmierstoffe	1173							0	3.456								3.456	0	
Wachse, Paraffine, Vaseline, etc.	123								362								362		
Bitumen	3.402								11.023								11.023		
1A3 Schmierstoffe im Straßenverkehr (3)	IE	IE						0	IE								0		

- (1) Da der Koks-Einsatz in der Eisen- und Stahlindustrie nicht in der Energiebilanz berücksichtigt wird, werden die CO₂-Emissionen hier nicht mit eingerechnet.
- (2) Da ca. über 90 % der Lösemittel aus Grundchemikalien aus Steamcrackern gewonnen werden, wird angenommen, dass der Kohlenstoff der im NMVOC emittiert aus den Produkten der Cracker stammt.
- (3) Der Einsatz von Schmierstoffen wird bereits über die produzierte Schmierstoffmenge erfasst.

19 ANHANG 3: WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR EINZELNE QUELL- UND SENKENKATEGORIEN, INKLUSIVE KP-LULUCF-AKTIVITÄTEN

19.1 Weitere detaillierte methodische Beschreibungen für die Quellkategorie Energie (1)

19.1.1 *Überarbeitung der Aktivitätsraten stationärer Feuerungsanlagen der neuen Bundesländer für das Jahr 1990 und der Folgejahre (1.A.1 und 1.A.2)*

Die Probleme der amtlichen Statistik der DDR im Jahr der Wiedervereinigung 1990 und die Schaffung einer einheitlichen gesamtdeutschen amtlichen Statistik wirkten sich spürbar auf die Qualität der bisher berichteten Zahlen zu den Aktivitätsraten stationärer Feuerungsanlagen der neuen Bundesländer des Jahres 1990 (und Folgejahre) aus. Daher wurden diese Zahlen durch das Institut für Energetik und Umwelt gGmbH (IE gGmbH) überarbeitet. Im Forschungsvorhaben „Basisjahr und Aktualisierung“ (UBA, 2005c: FKZ 20541115) wurden im Arbeitspaket 1 „explizit die Aktivitätsraten für stationäre Feuerungsanlagen der neuen Bundesländer (NBL) als Grundlage für die Emissionsinventare und den Bericht zur Festlegung der zugewiesenen Mengen auf evtl. Lücken überprüft, ggf. vervollständigt bzw. korrigiert und dokumentiert.“ Zur näheren Beschreibung des Vorgehens bei der Überarbeitung der Aktivitätsraten stationärer Feuerungsanlagen verweisen wir auf den NIR 2010.

19.1.2 *Energiewirtschaft (1.A.1)*

19.1.2.1 *Methodische Aspekte der Ermittlung der Emissionsfaktoren (Kapitel 3.2.6.2)*

Dieser Teil des Anhangs erläutert die wesentlichen Schritte in den Forschungsvorhaben RENTZ et al (2002) und FICHTNER et al (2011) zur Bestimmung von Emissionsfaktoren; unter Ausschluss der CO₂-Emissionsfaktoren, deren Ermittlung dem Anhang 2 (Kapitel 18.7) zu entnehmen ist.

Die Ermittlung von Emissionsfaktoren erfordert eine detaillierte Analyse des Anlagenparks hinsichtlich der eingesetzten Technologien und des bauartspezifischen Emissionsverhaltens. Dabei werden drei übergeordnete Quellgruppen gebildet: Großfeuerungsanlagen, Feuerungsanlagen im Geltungsbereich der TA Luft sowie Gasturbinen. Der Anlagenbestand wird hinsichtlich der emissionsbestimmenden Eigenschaften klassifiziert und die zugehörigen Emissionsfaktoren bestimmt. Diese so genannten technikspezifischen Faktoren können dann in adäquater Weise aggregiert werden. Diese Datenbasis bildet weiterhin die Grundlage für eine Abschätzung künftiger Emissionen (Veränderung der Anteile der Anlagentypen am Anlagenpark). Aus dieser Vorgehensweise ergeben sich folgende Arbeitsschritte:

1. Charakterisierung des technikspezifischen Emissionsverhaltens der Feuerungsanlagen.

In einem ersten Schritt werden die in Deutschland zum Einsatz kommenden Feuerungs- und Emissionsminderungstechniken kurz beschrieben und die emissionsbestimmenden Einflussfaktoren dargestellt. Ausgehend von dieser Charakterisierung werden für die verschiedenen Techniken, differenziert nach

Größenklasse und Brennstofftyp, Emissionsfaktoren abgeleitet. Die gewählte Klassifikation orientiert sich dabei auch an den immissionsschutzrechtlichen Vorgaben, was eine Gegenüberstellung der abgeleiteten Emissionsfaktoren mit derzeit oder künftig geltenden Grenzwerten ermöglicht.

2. Analyse der Quellgruppenstruktur

Die Emissionsberechnung erfordert Emissionsfaktoren, die den gleichen Bezug wie die zugehörigen Energieeinsatzdaten aufweisen. Letztere sind nach Quellgruppen gegliedert, die sich aus der nationalen Energiebilanz (vergleiche Kapitel 3.2) ableiten und sich nicht an den eingesetzten Feuerungstechniken orientieren. Als Quellgruppen bezeichnet und analysiert werden im Rahmen des Vorhabens: Öffentliche Energieversorgung (CRF 1.A.1a), Industriekraftwerke (CRF 1.A.1c bei Kraftwerken des Bergbaus, sonst CRF 1.A.2), Fernheizwerke (CRF 1.A.1a), Raffineriekraftwerke (CRF 1.A.1b), Industriefeuerungen (CRF 1.A.1c und 1.A.2) sowie Kleinverbraucher (CRF 1.A.4 und 1.A.5).

Bei der Analyse sind die Anteile der verschiedenen Techniken am Energieeinsatz zu ermitteln. Wesentliche Datenquellen hierfür sind die Kraftwerksdatenbank des DFIU (heute KIT), einschlägige Statistiken, Verbandsmitteilungen (VGB, VDEW, VIK), Betreiberangaben und Fachveröffentlichungen. Weiterhin wurden die von einigen Landesbehörden zur Verfügung gestellten Auszüge aus den Emissionserklärungen der Jahre 1996 und 2004 diesbezüglich ausgewertet.

3. Aggregation der Emissionsfaktoren

Auf der Grundlage der Anteile der einzelnen Techniken, die getrennt nach alten und neuen Bundesländern ermittelt wurden, werden die technikspezifischen Emissionsfaktoren zu quellgruppenspezifischen Faktoren aggregiert. Abschließend werden Faktoren für Deutschland insgesamt gebildet. Die quellgruppenspezifischen Faktoren untergliedern sich weiterhin nach Großfeuerungen, TA Luft Feuerungen und Gasturbinen sowie nach dem eingesetzten Brennstoff. Die aggregierten Emissionsfaktoren werden zunächst für das Bezugsjahr 1995 (RENTZ et al, 2002) bzw. für das Bezugsjahr 2004 (FICHTNER et al, 2011) gebildet.

4. Projektionen für die Jahre 2000 und 2010 (RENTZ et al, 2002) und für die Jahre 2010 und 2020 (FICHTNER et al, 2011)

Zur Beschreibung der fortschreitenden technischen Entwicklung werden wiederum technikspezifische Emissionsfaktoren bestimmt. Diese leiten sich aus der Charakterisierung fortschrittlicher Technologien ab. Eine Zunahme emissionsarmer Techniken an der Gesamtaktivität kann so über eine entsprechende Veränderung der Technologieanteile abgebildet werden. Als Rahmenbedingung für die Fortschreibung werden die jeweils geltenden immissionsschutzrechtlichen Regelungen herangezogen. Für das Bezugsjahr 2010 wird davon ausgegangen, dass die Anforderungen der novellierten TA Luft aus dem Jahre 2002 und der EU-Großfeuerungsanlagenrichtlinie aus dem Jahre 2001 umgesetzt sind; für das Bezugsjahr 2020 gehen wir davon aus, dass die Anforderungen der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlamentes und des Rates über Industrieemissionen umgesetzt sind.

Mit Hilfe der hier angewandten Methodik, ausgehend von der Emissionscharakteristik der eingesetzten Feuerungstechnik schrittweise zu aggregierten Faktoren auf unterschiedlicher regionaler und quellgruppenspezifischer Ebene zu gelangen, können die benötigten Faktoren in transparenter Weise gebildet werden.

Die gewählte Methodik zur Ableitung der Emissionsfaktoren für ein gegebenes Bezugsjahr ist in der nachfolgenden Abbildung 81 dargestellt.

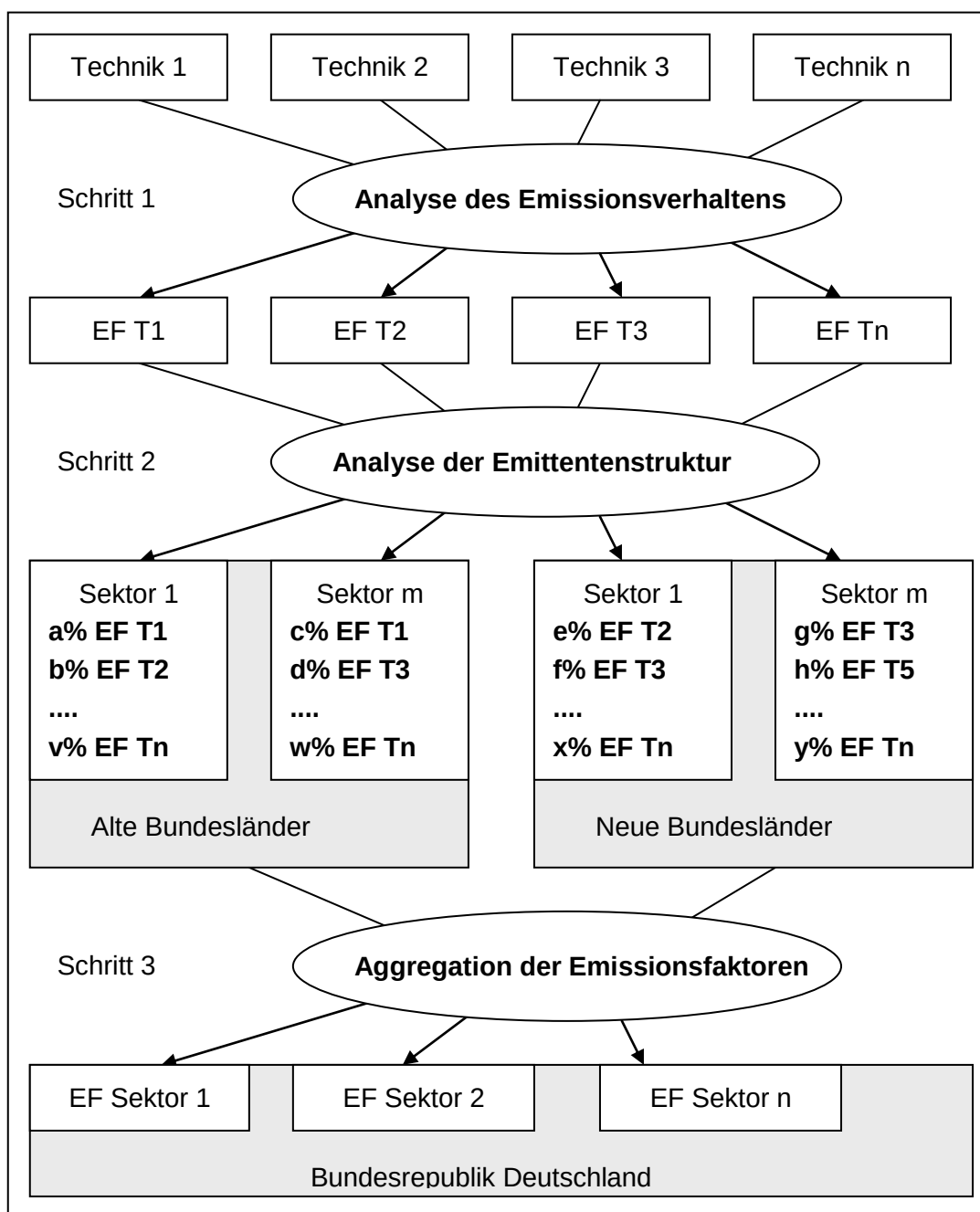


Abbildung 81: Methodik der Emissionsfaktorenberechnung

Die Herkunft und Qualität der Daten wird in den Vorhabensberichten (RENTZ et al, 2002) und (FICHTNER et al, 2011) eingehend beschrieben. Ein großer Teil der Daten entstammt den Emissionserklärungen der Bundesländer Baden-Württemberg, Brandenburg, Nordrhein-Westfalen und Thüringen für das Jahr 1996 und den Emissionserklärungen von allen Bundesländern (außer Berlin) für das Jahr 2004. Die darin angegebenen jährlichen Frachten beruhen dabei je nach Schadstoff entweder auf Messergebnissen einer kontinuierlichen Überwachung, auf Einzelmessungen oder auf einer Rechnung auf der Basis physikalischer Gesetzmäßigkeiten, Massenbilanzen oder Emissionsfaktoren. Am Beispiel der

Emissionserklärungen des Landes Baden-Württemberg wird exemplarisch analysiert, für welche Feuerungsarten und Substanzen welche Ermittlungsart überwiegt. Dies erlaubt im Anschluss eine Einordnung der Qualität der Datengrundlage für die abgeleiteten technikspezifischen Emissionsfaktoren. Gleichzeitig verdeutlicht die Darstellung die Vorgehensweise bei der Datenauswertung. Soweit eine ausreichende Anzahl von Daten einer Quellengruppe zur Verfügung steht, wird der Wertebereich über den Median sowie das Perzentil bei 25 % und 75 % charakterisiert¹²⁸. Daraus erhält man eine robuste Schätzung, die, anders als bei der Charakterisierung über den Mittelwert, durch Extremwerte nicht verzerrt wird. Um grundsätzlich die Streuung der Werte zu beschreiben, werden auch die Perzentile bei 5 % und 95 % aufgeführt. Vergleichbare Auswertungen nach Perzentilen erfolgten ebenfalls für die Emissionserklärungen der anderen Bundesländer.

Nachfolgend wird zwischen gemessenen Daten (kontinuierliche Messung oder Einzelmessung) und solchen Daten unterschieden, die auf Rechnung oder Emissionsfaktoren beruhen. Bei der Auswertung werden die Einzeldaten daher zunächst nach Messdaten (M) und Annahmen (A) klassifiziert. Dieser allgemeine Überblick gliedert sich wiederum in Großfeuerungsanlagen, TA Luft Feuerungsanlagen und Gasturbinen. Diese werden weiterhin hinsichtlich der Erklärungspflicht unterteilt in verkürzt (K) und vollständig (V) zu erklärende Anlagen. Für jede der drei Anlagengruppen wird exemplarisch am Beispiel der Daten von Baden-Württemberg eine nach Messdaten und Annahmen getrennte Auswertung und Ableitung von Emissionsfaktoren vorgenommen.

Die Tabelle 350 fasst die berücksichtigten Anlagenarten nochmals nach 4. BImSchV-Nummer und Erklärungsart zusammen.

Tabelle 350: Anlagentypen nach Anhang der 4.BImSchV

Kennung		Großfeuerungsanlagen	Erklärungsart
1 01 1	Kraftwerke	≥ 50 MW für feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe	V
1 02A 1	Feuerungsanlagen	≥ 50 MW für feste und flüssige Brennstoffe	V
1 02B 1	Feuerungsanlagen	≥ 50 MW für gasförmige Brennstoffe	V
Kennung		TA Luft Anlagen	Erklärungsart
1 02A 2	Feuerungsanlagen	1 - < 50 MW feste und flüssige Brennstoffe (außer Heizöl EL)	V
1 02B 2	Feuerungsanlagen	5 - < 50 MW Heizöl EL	K
1 02C 2	Feuerungsanlagen	10 - < 50 MW für Erdgas	K
	Feuerungsanlagen	10 - < 50 MW außer Erdgas	V
1 03 1	Feuerungsanlagen	> 1 MW andere Brennstoffe	V
Kennung		Gasturbinenanlagen	Erklärungsart
1 05 1	Gasturbinen	≥ 50 MW für Erdgas	K
	Gasturbinen	≥ 50 MW außer Erdgas	V
1 05 2	Gasturbinen	< 50 MW für Erdgas	K
	Gasturbinen	< 50 MW außer Erdgas	V

128 Für den gesamten Wertebereich einer Variablen X lässt sich mit Hilfe der Summenhäufigkeitsverteilung abschätzen, welcher Anteil aller Untersuchungseinheiten maximal einen Wert x aufweist. Diesen Wert bezeichnet man als *Quantil* (engl.: quantile) bzw. bei Verwendung von prozentualen Anteilen als *Perzentil* (engl.: percentile). Das bekannteste Perzentil, das die untere Hälfte aller Werte von der oberen trennt, ist das 50% Perzentil, der sogenannte *Median*. Das 25 und 75% Perzentil schneiden das untere und das obere Viertel der Verteilung ab. Man bezeichnet sie daher auch als untere und obere *Quartile* bzw. als erstes und drittes Quartil (der Median ist quasi das zweite Quartil).

Bei den Analysen werden die Emissionsdaten nach Feuerungstechnik differenziert. Hierfür gibt Tabelle 351 einen Überblick über die Technologieeinteilung nach der Art/Typ Klassifikation. Dabei umfassen die Kategorien 110 bis 118 im Wesentlichen feste Brennstoffe, 120 bis 125 flüssige Brennstoffe und 130 bis 132 gasförmige Brennstoffe.

Tabelle 351: Klassifikation der Quellen nach Feuerungstyp

Technologie	
Art/Typ	Typ Bedeutung
110	Feuerungen für feste Brennstoffe / Abfälle
111	Füllschachtfeuerungen
112	Feuerung mit Wurfbeschickung
113	Feuerung mit pneumatischer Beschickung
114	Unterschubfeuerung
115	Feuerung mit mechanisch bewegtem Rost
116	Staubfeuerung mit trockenem Ascheabzug
117	Staubfeuerung mit flüssigem Ascheabzug
118	Wirbelschichtfeuerung
120	Feuerungen für flüssige Brennstoffe / Abfälle
121	Mit Verdampferbrenner
122	Mit Druckzerstäubungsbrenner
123	Mit Dampfzerstäubungsbrenner
124	Mit Drehzerstäubungsbrenner
125	Mit Luftzerstäubungsbrenner
130	Feuerungen für gasförmige Brennstoffe / Abfälle
131	Mit atmosphärischem Gasbrenner
132	Mit Gasgebläsebrenner
141	Mehrstofffeuerungen
142	Mischfeuerungen
815	Gasturbinen

19.1.2.2 Methan-Emissionsfaktoren im Forschungsvorhaben RENTZ et al (2002)

Die folgende Tabelle 352 fasst die Emissionsfaktoren der Tabellen 3, 4 und 5 des Anhangs E des Forschungsvorhabens RENTZ et al (2002) zusammen:

Tabelle 352: Methan-Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen < 50 MW FWL und für Gasturbinen nach RENTZ et al, 2002

Anlagenart	Brennstoff	Länder	CH ₄ -E-Faktor [kg/TJ]
Feuerungsanlagen < 50 MW FWL	Steinkohle	ABL	3,4
		NBL	3,3
	Steinkohlenkoks	ABL/NBL	19
	Braunkohle	NBL-Lausitzer Revier	269
		NBL-Mitteldeutsches Revier	184
	Heizöl EL	ABL	0,02
	Erdgas	ABL / NBL	0,02
Gasturbinen	Heizöl EL	D	0,5
	Erdgas	D	2

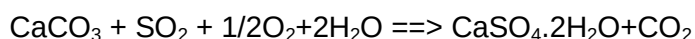
ABL Alte Bundesländer
 NBL Neue Bundesländer
 D Bundesrepublik Deutschland gesamt

19.1.2.3 CO₂-Emissionen aus der Abgasentschwefelung (CRF 1.A.1, Kalksteinbilanz)

Im Rahmen des Forschungsprojekts Kalksteinbilanz (UBA 2006, FKZ 20541217/02) wurden für die Quellgruppe Strom- und Wärmeerzeugung in Öffentlichen Kraftwerken die Daten für

die CO₂-Emissionen aus der Abgasentschwefelung (REA) ermittelt (siehe 4.2.3). Abgasentschwefelungsanlagen haben die Aufgabe, das in den Verbrennungsgasen enthaltene Schwefeldioxid durch chemisch-physikalische Prozesse in weniger schädliche Substanzen umzuwandeln. Kalkstein dient bei der Entschwefelung von Abgasen typischerweise als Reagenz. Die Entschwefelungstechnik richtet sich im Wesentlichen nach den immissionsschutzrechtlichen Anforderungen und der ökonomischen Verwertbarkeit der anfallenden Reststoffe (Gips). Im Bereich der Stromerzeugungsanlagen dominiert das Kalkstein-Waschverfahren. Gemessen an der installierten Leistung nutzen etwa 87 % der Kraftwerke in Deutschland dieses Verfahren (RENTZ et al. 2002b).

Die Entschwefelung mit CaCO₃ erfolgt nach mehreren Teilreaktionen. Zur stöchiometrischen Berechnung des Kalksteineinsatzes im Kalkstein-Waschverfahren wird die relevante chemische Brutto-Reaktionsgleichung für das Verfahren zugrunde gelegt (STRAUSS 1998):



Daraus kann das molare Gewichts-Verhältnis von Kalkstein zu Gips abgeleitet werden. Daraus folgt, dass pro angefallener Tonne Gips 581,39 Kilogramm Kalkstein eingesetzt werden. Aus den Angaben zum Gipsaufkommen lässt sich der theoretisch maximale Kalksteineinsatz für REA in Stein- und Braunkohlekraftwerken ableiten. Aus dem Gipsaufkommen ist jedoch nicht ersichtlich, ob Kalkstein oder Kalk eingesetzt wird. Um hierzu eine Aussage treffen zu können wurden Angaben des Bundesverbandes Kalk zur Absatzstatistik für ungebrannten und gebrannten Kalk für den Absatzbereich der Luftreinhaltung herangezogen. Über das Massenverhältnis zwischen CaCO₃ und CO₂ lassen sich dann gemäß obiger Reaktionsgleichung die prozessbedingten CO₂-Emissionen bestimmen. Die Ergebnisse der Rechnung sind in folgender Tabelle wiedergegeben. Sie berücksichtigen die Zahlen zum Gipsaufkommen in allen Jahren zwischen 1990 und 2008; für die Jahre 2009 bis 2011 haben wir als vorläufigen Eingangswert für die Berechnung das Gipsaufkommen von 2008 fortgeschrieben.

Tabelle 353: CO₂-Emissionen aus der Rauchgasentschwefelung in Öffentlichen Kraftwerken

Jahr CRF 1.A.1	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Angaben in Gg											
CO ₂ aus REA der öffentlichen Kraftwerke	618	652	629	662	616	683	867	878	1.005	966	1.135
Jahr CRF 1.A.1	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Angaben in Gg											
CO ₂ aus REA der öffentlichen Kraftwerke	1.069	1.094	1.156	1.162	1.142	1.076	1.017	985	995	1.003	1043

Quelle: Berechnung auf der Grundlage des Projektes Kalksteinbilanz (UBA 2006, FKZ 20541217/02), aktualisiert im Jahre 2008 (siehe NIR 2009)

Diese CO₂-Emissionen wurden im Inventar den Emissionen aus dem Einsatz fester Brennstoffe zugeordnet, weil hier die Ursache für die REA und die CO₂-Emissionen liegen. Nach einer Expertenschätzung des Forschungsnehmers liegt die Unsicherheit des Kalksteineinsatzes und damit auch die Unsicherheit der damit verbundenen CO₂-Emissionen bei +/- 10 %.

19.1.3 Verkehr (1.A.3)

19.1.3.1 Verkehr - Ziviler Luftverkehr (1.A.3.a)

19.1.3.1.1 Ableitung der weiteren Emissionsfaktoren (1.A.3.a)

Kerosin

Die Emission von *Schwefeldioxid* ist direkt abhängig vom Schwefelgehalt des Kerosins, der regionalen und zeitlichen Schwankungen unterliegt. Der von Eurocontrol verwendete Emissionsfaktor für Schwefeldioxid liegt mit 0,84 kg SO₂/t Kerosin zwischen den Werten, die bislang im deutschen Inventar für die Jahre 1990 bis 1994 verwendet werden (1,08 bis 1,03 kg SO₂/t Kerosin) und dem Wert für die Folgejahre (0,4 kg SO₂/t Kerosin). Die Angaben des IPCC 2006b, die sich mit 1 kg SO₂/t Kerosin in ähnlicher Größenordnung befinden wie die alten Inventar-Werte, beruhen auf einem Schwefelgehalt von 0,05 Gew.%. Nach Angaben des Fachausschusses für Mineralöl- und Brennstoff-Normung¹²⁹ (FAM) liegt der typische Wert für den Gesamtschwefelgehalt von Kerosin in Deutschland derzeit bei etwa 0,01 Gew.%, also einem Fünftel des Ansatzes des IPCC. Im Inventarbericht 2009 wird ein Schwefelgehalt von 0,021 Gew.% für Kerosin angesetzt, basierend auf Messungen aus dem Jahre 1998 (DÖPELHEUER 2002). Da ein durch verbesserte Verfahren und gesunkene Grenzwerte mit der Zeit abnehmender Emissionsfaktor plausibel erscheint, wird hier eine lineare Abnahme zwischen den Stützjahren 1990 (1,08 g SO₂/kg Kerosin), 1998 (0,4 g) und 2009 (0,2 g) vorgesehen. Dabei wird von einer vollständigen Umsetzung des Schwefels in Schwefeldioxid ausgegangen. - Wegen der direkten Abhängigkeit des Emissionsfaktors allein vom Schwefelgehalt des Kerosins wird dieser Emissionsfaktor für beide Flugphasen verwendet.

Der Emissionsfaktor für *Wasserdampf* von EUROCONTROL (2004) liegt bei 1.230 g H₂O/kg Kerosin, der von CORINAIR (2006) etwas höher bei 1.237 g H₂O/kg Kerosin. Um die Zahl der Quellen der Emissionsfaktoren zu begrenzen, wird hier der Wert von CORINAIR (2006) verwendet. Und zwar - da es sich um einen rein brennstoffspezifischen Wert handelt - wiederum für beide Flugphasen, sowohl für den nationalen als auch internationalen Flugverkehr.

NO_x und *CO-Emissionen* werden mit Hilfe von Emissionsfaktoren berechnet, die auf -AV-Berechnungen beruhen. Diesen unterliegen Flugzeugtyp- und Betriebszustands-spezifische Emissionsfaktoren, die zu einem Großteil der EMEP-/EEA-Datenbank entstammen. Wenn einzelne Flugzeugtypen nicht direkt und auch nicht unter Verwendung von Flugzeugtypen mit ähnlichen technischen Daten zugeordnet werden konnten, musste, wie auch im Vorjahr, stellenweise mit angepassten Emissionsfaktoren gearbeitet werden. Dazu wurden Regressionsberechnungen durchgeführt, bei denen Emissionsfaktoren über Emissionsfunktionen ermittelt wurden, die den Emissionsfaktor je Triebwerkstyp in Abhängigkeit des Startgewichts berechnen. Als Basis dieser Funktionen dienen die Emissionsfaktoren der vorhandenen Typen (siehe dazu IFEU und ÖKO-INSTITUT 2010).

Ammoniak-Emissionen werden für beide Flugphasen mit einem Emissionsfaktor von 0,173 g/kg Kerosin berechnet (UBA, 2010).

¹²⁹

Persönliche Email-Kommunikation mit Dr. Feuerhelm, FAM Hamburg, 9.Juni 2009

Die NMVOC-Emissionsfaktoren ergeben sich jeweils aus der Differenz der EF für Kohlenwasserstoffe und Methan.

In der IPCC-Emissionsfaktoren-Datenbank werden für Kerosin keinerlei Werte für Staub-Emissionen (TSP; PM_{2.5}; PM₁₀) angegeben. Deshalb werden die Emissionsfaktoren von *Staub* (Total Suspended Particulate Matter – TSP) von *Corinair 2006* übernommen. In Tabelle 8.2 werden dort differenzierte Werte für die Flugphasen einer durchschnittlichen Flotte angegeben: Für nationale Flüge 0,7 kg TSP/LTO und 0,2 kg TSP/t Kerosin sowie 0,15 kg TSP/LTO und 0,2 kg TSP/t Kerosin für internationale Flüge. Laut dieser Tabelle wird von einem Kerosinverbrauch pro LTO-Zyklus von 825 kg für nationale Flüge sowie 1.617 kg für internationale Flüge ausgegangen. Mit diesen Werten werden die Emissionsfaktoren für die LTO-Phase ermittelt.

Flugbenzin

In den *IPCC Guidelines* (2006a, Seite 3-64) werden die *Stickstoffoxid*-Emissionsfaktoren explizit mit den für die Verwendung von Kerosin angegebenen Werten gleichgesetzt. Diese Annahme wird hier übernommen – und mithin die Emissionsfaktoren für den Einsatz von Kerosin im nationalen Flugverkehr während des Reiseflugs (Cruise-Phase im Jahr 2010).

Hinsichtlich der Treibstoff-Eigenschaften gibt es keine grundlegenden Unterschiede zwischen Flugbenzin und PKW-Benzin¹³⁰. Damit lassen sich die spezifischen SO₂-Emissionen aus PKW-Treibstoff auf Flugbenzin übertragen. - Nach Angaben des Fachausschusses für Mineralöl- und Brennstoff-Normung (FAM) beträgt der Grenzwert des Gesamt-Schwefelgehalts für Tankstellen-Kraftstoff 10 mg/kg, also 0,001 Gew.%, oder ein Zehntel des für Kerosin angegebenen Wertes. Infolge dessen wird hier aktuell der um 90 % verminderte Emissionsfaktor für SO₂ aus Kerosin für das Jahr 2008 verwendet.

Da Angaben zu den Marktanteilen der unterschiedlich stark *verbleiten* Flugbenzin-Sorten nicht verfügbar sind, wird für die Berechnung der Blei-Emissionen hier der für die gebräuchlichste Sorte (AvGas 100 LL (Low Lead)) ermittelte Wert von 0,56 g/l verwendet, der etwas unter dem im EEA/EMEP Guidebook vorgeschlagenen Standardwert von 0,6 g/l liegt. Über eine gemittelte Dichte des Kraftstoffs von 0,75 kg/l erfolgt die Umrechnung auf einen Emissionsfaktor von rund 0,75 g Blei/kg Flugbenzin.

Der Emissionsfaktor für *Staub* (Total Suspended Particulate Matter – TSP) berechnet sich aus dem Bleigehalt von AvGas 100 LL durch Multiplikation mit dem Faktor 1,6, der aus dem für den Straßenverkehr verwendeten Modell TREMOD übernommen wurde (EF siehe Tabelle 354 unten).

Für NMVOC-Emissionsfaktoren werden Werte in den *Revised IPCC Guidelines 1996* (Seiten I 42 und 40) angegeben, die hier verwendet werden.

Die weiteren Emissionsfaktoren sind nicht als spezielle Werte für durchschnittliche Kleinflugzeuge verfügbar. Deshalb werden sie den Kerosin-Emissionsfaktoren (national, Cruise) gleichgesetzt.

¹³⁰

Email- Kommunikation mit Herrn Winkler vom Mineralölwirtschaftsverband, 8.Juni 2009

Tabelle 354: Emissionsfaktoren 2011 für Flugbenzin

Schadstoff	EF in [g/kg]	Bemerkung zur Quelle oder Berechnung
CO ₂	3.018,00	aus IPCC Guidelines 2006 Table 3.6.4
CH ₄	0,36	entspricht EF Kerosin, LTO/national
N ₂ O	0,10	entspricht EF Kerosin, Cruise/national
SO ₂	0,02	entspricht 1/10 des EF Kerosin, Cruise/national/2008
NO _x	12,33	entspricht EF Kerosin, Cruise/national (berechnet in TREMOD-AV)
NM VOC	13,06	aus Revised IPCC Guidelines 1996, S. I.42
CO	647,00	berechnet in TREMOD-AV
TSP	1,18	berechnet aus Bleigehalt von AvGas 100 LL
Pb	0,75	berechnet aus dem max. Bleigehalt AvGas 100 L

Quelle: Öko-Institut (2012)

Tabelle 355: Übersicht der verwendeten Emissionsfaktoren der Quellgruppe Flugverkehr (1.A.3.a)

[g/kg]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1.A.3.a - übergreifend																						
CO ₂	3,150	3,150	3,150	3,150	3,150	3,150	3,150	3,150	3,150	3,150	3,150	3,150	3,150	3,150	3,150	3,150	3,150	3,150	3,150	3,150	3,150	3,150
SO ₂	1,08	1,00	0,91	0,83	0,74	0,66	0,57	0,49	0,40	0,38	0,36	0,35	0,33	0,31	0,29	0,27	0,25	0,24	0,22	0,20	0,20	0,20
National, LTO																						
CH ₄	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
N ₂ O	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
NO _x	13,36	13,35	13,32	13,38	13,43	13,47	13,54	13,60	13,66	13,72	13,77	13,82	13,87	13,91	13,95	14,01	14,07	14,12	14,16	14,22	14,24	14,23
NM VOC	2,68	1,98	1,60	1,20	1,24	1,35	1,46	1,46	1,54	1,56	1,59	1,63	1,55	1,40	1,52	1,52	1,61	1,68	1,77	1,80	1,83	1,90
CO	13,82	13,77	13,67	13,46	13,26	12,98	12,83	12,64	12,46	12,26	12,04	11,80	11,57	11,34	11,08	10,87	10,67	10,45	10,21	10,00	9,70	9,33
National, Cruise																						
CH ₄	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N ₂ O	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
NO _x	12,25	12,24	12,21	12,26	12,32	12,35	12,41	12,47	12,52	12,58	12,63	12,67	12,71	12,76	12,79	12,84	12,89	12,94	12,98	13,03	13,05	13,04
NM VOC	0,61	0,49	0,45	0,41	0,37	0,42	0,44	0,45	0,39	0,42	0,43	0,44	0,42	0,40	0,41	0,40	0,42	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45
CO	10,15	10,11	10,04	9,89	9,74	9,53	9,42	9,28	9,15	9,01	8,85	8,67	8,50	8,33	8,14	7,99	7,84	7,68	7,50	7,34	7,12	6,85
International, LTO																						
CH ₄	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
N ₂ O	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
NO _x	15,81	15,80	15,77	15,83	15,90	15,94	16,02	16,09	16,17	16,24	16,30	16,35	16,41	16,47	16,51	16,58	16,65	16,71	16,76	16,82	16,85	16,83
NM VOC	4,51	4,08	3,61	3,19	3,15	3,24	2,59	2,33	2,66	2,48	2,46	2,44	2,37	2,34	2,31	2,30	2,32	2,38	2,36	2,43	2,56	2,54
CO	21,41	21,33	21,17	20,86	20,54	20,11	19,88	19,58	19,31	19,00	18,66	18,28	17,93	17,57	17,17	16,84	16,53	16,19	15,82	15,49	15,03	14,45
International, Cruise																						
CH ₄	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N ₂ O	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
NO _x	15,59	15,58	15,54	15,61	15,67	15,71	15,80	15,87	15,94	16,01	16,07	16,12	16,18	16,23	16,28	16,34	16,41	16,47	16,52	16,59	16,61	16,60
NM VOC	0,41	0,40	0,39	0,40	0,39	0,40	0,40	0,41	0,42	0,41	0,42	0,43	0,43	0,44	0,44	0,45	0,46	0,48	0,48	0,50	0,51	0,52
CO	18,35	18,28	18,15	17,88	17,61	17,24	17,04	16,78	16,55	16,29	15,99	15,67	15,37	15,06	14,72	14,44	14,17	13,88	13,56	13,28	12,88	12,39

19.1.3.1.2 Detailübersicht der für Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren zugrunde gelegten Unsicherheiten (1.A.3.a)

Tabelle 356: Übersicht der zu berücksichtigenden Teilunsicherheiten der Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren

Einzelkomponenten		Teil- Unsicher- heiten		AR (Kerosin & Flugbenzin)		SF (LTO/ Cruise)		AR (Kerosin) LTO bzw. Cruise		EM (CO ₂) LTO und Cruise		EM (CH ₄) LTO und Cruise		EM (N ₂ O) LTO und Cruise		EM (SO ₂) LTO und Cruise		EM (H ₂ O) LTO und Cruise		restl. EM LTO + Cruise		Quelle / Begründung der Annahmen
		[%]		Ges.	n / i	n	i	n	i	n	i	n	i	n	i	n	i	n	i	n	i	
AR von AGEB und BAFA		-5	5	x	x																	Öko-Institut / DIW 2007. Hier werden die höheren Unsicherheiten der Energiebilanz verwendet. Die Unsicherheiten der BAFA-Daten liegen bei +3, -1% (konservativ durch den Ansatz der Unsicherheiten der Mineralölstatistik, die auf den BAFA-Daten basiert.)
Splitfaktor SF n <> i		-10	10		x																	1990-2002: Berechnungen nach TREMOD-AV, ab 2003 Angaben von Eurocontrol. Hier ein Mischwert für die gesamte Zeitreihe.
AR (Kerosin)	n & i	-11	11					x	x													berechnet
Daten des Statistischen Bundesamtes zu Flugbewegungen	n	-0,1	0,1			x																Die Luftfahrtstatistik beruht auf dem Verkehrstatistikgesetz. Erhoben werden die Angaben zu §§ 12, 13 VerkStatG. Nach diesem Gesetz ist die gesamte zivile Luftfahrt, die mit Flugzeugen, Hubschraubern, Luftschiffen, Motorseglern, Segelflugzeugen und bemannten Ballonen betrieben wird, in die Erhebung einzubeziehen, soweit davon die Flugplätze in Deutschland berührt werden.
	i	-0,1	0,1				x															
Realdistanz-zuschlag	n & i	-3	3			x	x															Die Daten des StBA liegen nach Großkreisentfernungen vor. Es wurde ein Umwegfaktor für die Cruise-Flugphase verwendet, um die tatsächlich geflogenen Strecken abzuschätzen (s. IFEU und Öko-Institut 2010).
Zuordnung von Verbrauchswerten für Kerosin zu Flugzeugtypen	n	-5	5			x																Flugzeugtypen nach StBA werden Emissionsfaktoren aus der EMEP-EEA Datenbank zugewiesen. Dabei gibt es vier Qualitätsstufen der Zuweisung: a) direkt, b) über ähnliche Typen, c) über Regressionsfunktionen abh. vom Startgewicht und d) pauschale EF.
	i	-5	5				x															
SF (LTO/Cruise)	n	-6	6					x														berechnet
	i	-6	6						x													berechnet
AR (Kerosin) LTO bzw. Cruise	n	-13	13							x		x		x		x		x		x		berechnet
	i	-13	13								x		x		x		x		x		x	berechnet
Emissionsfaktoren (EF)	CO ₂	5	5							x	x											IPCC 2006, S.3.69, geringe Unsicherheit, da EF nur vom C-Gehalt des Brennstoffs abhängig ist.
	CH ₄	-57	100									x	x									IPCC 2006, S.3.69, abh. von Technologie und damit große Unsicherheit bei Vereinheitlichung durch Tier 1 Ansatz
	N ₂ O	-70	150											x	x							
	SO ₂	-10	10													x	x					Emissionsfaktor ist nur von Brennstoffeigenschaften abhängig (Schwefelgehalt).
	H ₂ O	-5	5															x	x			Emissionsfaktor ist nur von Brennstoffeigenschaften abhängig. Niedrige Werte von - 4,9 bis 1,6 bei Eurocontrol 2004, S.49
restliche EF	n & i	-10	10																	x		Annahme - für NO _x , HC und CO erfolgt eine Berechnung eines durchschnittlichen EF durch TREMOD, auf Basis der EF für einzelne Flugzeugtypen
Gesamt-Unsicherheit. oben				+5	+11	+6	+6	+13	+13	+14	+14	+58	+58	+71	+71	+16	+16	+14	+14	+16	+16	
Gesamt-Unsicherheit. unten				-5	-11	+6	-6	-13	-13	-14	-14	-101	-101	-150	-150	-16	-16	-14	-14	-16	-16	

n = nationaler Anteil, i = internationaler Anteil

Quelle: ÖKO-INSTITUT (2009)

19.1.3.2 Ableitung der Aktivitätsraten zum Straßenverkehr (1.A.3.b)**19.1.3.2.1 Abgleich auf die Energiebilanz**

Als Basis der ZSE-Datenerfassung des Straßenverkehrs wird der Endenergieverbrauch entsprechend den Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen zugrunde gelegt. Die Summe der Aktivitätsraten der einzelnen Strukturelemente muss für jedes Jahr den Angaben der Energiebilanz in TJ entsprechen. Die Eckdaten der Energiebilanz sind in folgender Tabelle 357 dargestellt.

Tabelle 357: Energieeinsatz im Straßenverkehr 1990-2011

Jahr	Otto- kraftstoff	Diesel- kraftstoff	Biodiesel	Bio- Ethanol	Flüssig- gas	Erdgas	Petroleum
Energieeinsatz gemäß Energiebilanzen 1990-2009 (Stand: 10/2012) in TJ							
1990	1.330.479	735.920	0	0	138	0	0
1991	1.332.285	785.174	0	0	137	0	0
1992	1.344.129	853.502	0	0	229	0	0
1993	1.350.617	907.787	0	0	184	0	473
1994	1.276.637	932.060	0	0	184	0	559
1995	1.299.982	964.013	1.504	0	138	0	610
1996	1.299.879	964.580	2.046	0	115	0	638
1997	1.297.487	979.586	3.652	0	106	0	357
1998	1.300.463	1.022.794	4.081	0	106	0	637
1999	1.300.602	1.097.036	5.370	0	100	0	637
2000	1.237.055	1.108.105	12.276	0	94	0	414
2001	1.199.318	1.097.416	16.740	0	569	0	471
2002	1.166.381	1.105.842	20.460	0	607	0	472
2003	1.108.989	1.078.352	29.948	0	694	0	0
2004	1.072.720	1.110.931	38.806	1.144	1.887	0	0
2005	992.377	1.078.620	71.824	6.817	2.357	2.843	0
2006	930.834	1.082.042	130.165	13.418	4.605	5.211	0
2007	892.982	1.073.987	143.235	12.061	8.942	4.089	0
2008	854.002	1.102.623	109.393	16.328	15.652	4.882	0
2009	829.227	1.114.939	89.375	23.691	23.842	5.300	0
2010	791.416	1.168.063	88.886	30.577	21.823	8.768	0
Vorläufige Angaben gemäß Mineralölzahlen 2011 (fossil) und Amtliche Mineralölzahlen 12/2011 (bio)							
2011	788.124	1.201.488	83.533	32.363	23.839	9.417	0

Quellen: Auswertetabellen der Energiebilanzen, Mineralöl-Zahlen 2011 des Mineralölwirtschaftsverbandes MWV (MWV, 2012) und Amtliche Mineralölzahlen.

Die Energiebilanz wird auch zur Modellierung der Verkehrsmengengerüste in TREMOD herangezogen. So führt das DIW zur Ableitung der Gesamtfahrleistung eine Kraftstoffverbrauchsrechnung durch (DIW, 2002). Die Ergebnisse der Berechnung werden für den PKW-Verkehr z.T. in TREMOD übernommen. Da das DIW mit der Kraftstoffverbrauchsrechnung die Inländerfahrleistung abbildet, werden in TREMOD zur Abschätzung der Inlandsfahrleistung - insbesondere für den Güterverkehr - z.T. andere Quellen und Annahmen verwendet (siehe ausführliche Beschreibung in IFEU, 2002). Auch diese Abschätzung berücksichtigt die Eckwerte der Energiebilanz.

Allerdings ist es aufgrund der zahlreichen Abhängigkeiten und Unsicherheiten in der Modellierung sowie der zu berücksichtigenden Eckdaten nicht mit vernünftigem Aufwand möglich, Fahrleistung und Energieverbrauch für jedes Jahr und jede Fahrzeugschicht so abzugleichen, dass die Ergebnisse einerseits die Summe der Energiebilanz ergeben und andererseits die Fahrleistungen und durchschnittlichen Energieverbräuche in der Zeitreihe plausibel sind. Aus diesem Grunde werden die TREMOD-Ergebnisse für den

Energieverbrauch am Ende so korrigiert, dass sie jedes Bezugsjahr in der Summe den Werten der Energiebilanz entsprechen.

Da TREMOD den Energieverbrauch in Tonnen berechnet müssen die Ergebnisse zunächst in [TJ] umgerechnet werden. Dazu werden die Heizwerte der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen angesetzt (siehe Tabelle 358).

Tabelle 358: Heizwerte für Otto- und Dieselmotorkraftstoff

Jahr	Ottokraftstoff	Dieselmotorkraftstoff
1990-1992	43,543 MJ/kg	42,704 MJ/kg
ab 1993	43,543 MJ/kg	42,960 MJ/kg

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen

Die Korrekturfaktoren werden in TREMOD separat für die einzelnen Fahrzeugkategorien wie folgt abgeleitet:

- Zunächst wird ein Korrekturfaktor für Ottokraftstoff aus dem berechneten Ottokraftstoff-Verbrauch aller Fahrzeugkategorien und dem Absatz an Ottokraftstoff gemäß der Energiebilanz abgeleitet.
- Der Korrekturfaktor für den Ottokraftstoff wird auch für Diesel verbrauchende Fahrzeuge der PKW und sonstigen Fahrzeuge $\leq 3,5$ t (Leichte Nutzfahrzeuge (LNF), Wohnmobile, motorisierte Zweiräder (MZR)) zur Kraftstoffanpassung an die Energiebilanz verwendet.
- Die Differenz zwischen dem korrigierten Dieselmotorkraftstoff-Verbrauch der PKW sowie der sonstigen Fahrzeuge $\leq 3,5$ t und der Energiebilanz wird den schweren Nutzfahrzeugen und Bussen zugeordnet.
- Der Korrekturfaktor für die schweren Nutzfahrzeuge und Busse berechnet sich damit aus deren nach dem Inlandsprinzip berechneten Energieverbrauch und der für diese Gruppe berechneten Differenz zur Energiebilanz.

Die folgende Tabelle 359 fasst die verwendeten Anpassungsfaktoren zusammen.

Tabelle 359: Korrekturfaktoren zur Anpassung an die Energiebilanz

Jahr	Geltungs- bereich	Ottokraftstoff (inkl. Bio-Ethanol)	Dieselkraftstoff (inkl. Biodiesel)	
		PKW, LNF, MZR	PKW, LNF	SNF, Busse
1990	ABL	1,038	1,038	1,115
1990	NBL	1,066	1,066	1,420
1991	ABL	1,035	1,035	1,110
1991	NBL	1,061	1,061	1,015
1992	ABL	1,039	1,039	1,189
1992	NBL	0,997	0,997	1,200
1993	ABL	1,042	1,042	1,191
1993	NBL	0,976	0,976	1,301
1994	ABL	0,984	0,984	1,181
1994	NBL	0,984	0,984	1,181
1995	D	0,996	0,996	1,205
1996	D	0,997	0,997	1,183
1997	D	0,993	0,993	1,186
1998	D	0,985	0,985	1,248
1999	D	0,986	0,986	1,308
2000	D	0,955	0,955	1,337
2001	D	0,941	0,941	1,240
2002	D	0,935	0,935	1,199
2003	D	0,921	0,921	1,140
2004	D	0,927	0,927	1,088
2005	D	0,916	0,916	1,083
2006	D	0,896	0,896	1,118
2007	D	0,889	0,889	1,061
2008	D	0,892	0,892	1,053
2009	D	0,886	0,886	1,094
2010	D	0,879	0,879	1,137
2011	D	0,888	0,888	1,117

Anmerkungen: 1994 Korrekturfaktoren ABL und NBL wie in D gesamt

19.1.3.2.2 Zuordnung von Bio-Kraftstoffen, Petroleum sowie Erd- und Flüssiggas auf die Strukturelemente

Bio-Kraftstoffe, Petroleum sowie Erd- und Flüssiggas sind in der Energiebilanz für den Bereich Verkehr ausgewiesen. Für den Import ins ZSE werden Ergebnisse für diese Energieträger wie folgt abgeleitet:

- Biodiesel wird allen Strukturelementen mit Dieselantrieb entsprechend ihrem Anteil am Verbrauch von konventionellem Dieselkraftstoff zugeordnet.
- Bio-Ethanol wird allen Strukturelementen mit Ottoantrieb entsprechend ihrem Anteil am Verbrauch von konventionellem Ottokraftstoff zugeordnet.
- Petroleum wird den Bussen auf Außerortsstraßen und damit den Strukturelementen SV BUS KOAO und SV BUS MTAO entsprechend ihrem Anteil am Verbrauch von konventionellem Dieselkraftstoff zugeordnet
- Flüssiggas wird den Otto-PKW, konventionell, auf Innerortsstraßen (Strukturelement SV PKWO KOIO) zugeordnet.

19.1.3.2.3 Aktivitätsrate für Verdunstung

Als Aktivitätsrate für die Verdunstungsemissionen wird der gesamte Ottokraftstoff-Verbrauch innerorts nach TREMOD angesetzt, bei Mopeds der Gesamtverbrauch. Es werden die Energiebilanz-korrigierten Werte verwendet.

19.1.3.3 Ableitung der Emissionsfaktoren

19.1.3.3.1 Emissionsfaktoren aus TREMOD

Die Emissionsfaktoren werden im ZSE für den Bereich „Antrieb“ in kg/TJ, für den Bereich „Verdunstung“ in kg/t angegeben. Für die Materialien „Ottokraftstoff“ und „Dieselkraftstoff“ können diese Werte für alle Strukturelemente aus TREMOD abgeleitet werden. Hierfür werden die Emissionen in Tonnen und der Energieverbrauch in TJ (umgerechnet aus den Ergebnissen „Energieverbrauch in t“ mit den Heizwerten nach Tabelle 358) aus den TREMOD-Ergebnissen abgeleitet und den entsprechenden Strukturelementen zugeordnet. Der Emissionsfaktor je Strukturelement ergibt sich dann als Quotient aus den Emissionen in Tonnen je Strukturelement dividiert durch den Energieverbrauch je Strukturelement in TJ. Bei den Emissionsfaktoren für die Verdunstung wird analog (Verdunstungsemissionen in kg / Innerortsverbrauch in t) vorgegangen.

Für diese Ableitung werden die nicht auf die Energiebilanz korrigierten Ergebnisse von TREMOD verwendet, da diese Korrektur in den Aktivitätsraten für ZSE bereits enthalten ist. Eine Verwendung der korrigierten Werte (Emissionen und Energieverbrauch) führt allerdings zu den gleichen Ergebnissen, da sich der Korrekturfaktor bei der Berechnung der mittleren Emissionsfaktoren ($\text{Emissionen korrigiert} / \text{Energie korrigiert} = \text{Emission unkorrigiert} / \text{Energie unkorrigiert}$) herauskürzt.

19.1.3.3.2 Emissionsfaktoren für Biodiesel, Bio-Ethanol, Petroleum, Erd- und Flüssiggas

Die Emissionsfaktoren für Biodiesel und Petroleum werden durchweg denjenigen von konventionellem Diesel gleichgesetzt. Die Emissionsfaktoren von Bio-Ethanol werden denjenigen von konventionellem Ottokraftstoff gleichgesetzt.

Ausnahmen:

- Der CO₂-Emissionsfaktor von Biodiesel wird mit 70,8 t/TJ angesetzt
- Der SO₂-Emissionsfaktor von Petroleum wird in den Jahren, in denen Dieselkraftstoff einen höheren Wert aufweist, mit 24 kg/TJ angesetzt. In allen anderen Jahren wird der niedrigere Wert von Dieselkraftstoff übernommen

Nachdem in der Vergangenheit Flüssig- und Erdgas in TREMOD nur stark vereinfacht bzw. gar nicht berücksichtigt wurden, erfolgte für die vorliegende Berichterstattung eine grundlegende Überarbeitung des Modells. Die Emissionen aus dem Einsatz beider Kraftstoffe können damit erstmals ebenfalls nach Tier 3 berichtet werden.

Wie für Diesel und Ottokraftstoff werden nun auch für Flüssig- und Erdgas die Emissionsfaktoren aus dem „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 3.1“ verwendet.

19.1.3.4 Ableitung der Daten für West- und Ostdeutschland 1994

In TREMOD wird zwischen alten und neuen Bundesländern nur bis zum Jahr 1993 unterschieden. Da ZSE eine Differenzierung auch für 1994 erfordert, muss eine Aufteilung mit vereinfachten Annahmen erfolgen. Randbedingungen sind:

- Die Aktivitätsraten für Antrieb müssen in der Summe den Werten der Energiebilanz (jeweils alte und neue Bundesländer) entsprechen.

- Die Emissionen, die sich durch Verknüpfung der Aktivitätsraten mit den Emissionsfaktoren ergeben, müssen im Gesamtergebnis den TREMOD-Ergebnissen für Deutschland entsprechen.
- Unter diesen Randbedingungen kann im Rahmen dieser Arbeit eine Aufteilung nur unter den folgenden Annahmen vorgenommen werden:
- Die Emissionsfaktoren für alte und neue Bundesländer werden für alle Strukturelemente so angesetzt wie für Deutschland insgesamt im Jahr 1994.
- Die Anteile der Strukturelemente an den Aktivitätsraten je Energieträger werden für alte und neue Bundesländer jeweils gleich angesetzt und entsprechen denen von Deutschland insgesamt im Jahr 1994.

Mit diesen Annahmen werden die genannten Randbedingungen erfüllt. Nicht erfüllt wird eine dritte Randbedingung: die Plausibilität der Emissionsergebnisse in der Zeitreihe jeweils für alte bzw. neue Bundesländer.

19.2 Weitere detaillierte methodische Beschreibungen für die Quellkategorie Industrieprozesse (2)

19.2.1 Mineralische Produkte (2.A)

19.2.2 Chemische Industrie (2.B)

19.2.3 Metall Produktion (2.C)

19.2.4 Andere Produktion (2.D)

19.2.4.1 Zellstoff- und Papierherstellung (2.D.1)

Der Faserstoff zur Papierherstellung wird mittels chemischer oder mechanischer Verfahren entweder aus Frischfasern oder durch die Aufbereitung von Altpapier erzeugt. Es wird zwischen integrierten und nichtintegrierten Zellstoff- und Papierfabriken unterschieden. In nichtintegrierten Zellstoffwerken (zur Erzeugung von Marktzellstoff) wird lediglich Zellstoff zum Verkauf auf dem freien Markt hergestellt. Demgegenüber werden in integrierten Fabriken Zellstoff- und Papier am gleichen Standort erzeugt. Eine Papierfabrik kann entweder den an einem anderen Standort erzeugten Faserstoff einfach zu Papier verarbeiten oder in den gesamten Aufschlussprozess an ein und demselben Standort integriert sein.

Sulfatzellstofffabriken werden sowohl integriert als auch nichtintegriert betrieben, während Sulfitzellstoffanlagen normalerweise in die Papiererzeugung eingebunden, also integriert, sind. In den meisten Fällen sind auch der mechanische Aufschluss und die Aufbereitung von Altpapier fester Bestandteil der Papierproduktion, jedoch gibt es auch einige Einzelfälle, in denen diese Prozesse separat ausgeführt werden.

19.2.4.1.1 Verfahren zur Fasergewinnung

Sulfatverfahren

Beim Sulfatverfahren handelt es sich um das weltweit am häufigsten eingesetzte Aufschlussverfahren, da damit höhere Zellstofffestigkeiten erzielt werden und das Verfahren bei sämtlichen Holzarten eingesetzt werden kann. In den beiden deutschen Anlagen wird zur Ausschleusung von Carbonat aus dem Laugenkreislauf dieses an Calcium gebunden

(Kaustifizierung) und in einem eigenen Kalkofen unter Freisetzung von CO₂ zu Branntkalk gebrannt, der dann wieder zur Kaustifizierung genutzt wird. Das aus dem eingesetzten CaCO₃ freigesetzte CO₂ ist entsprechend der *IPCC Good Practice Guidelines* mit dem Emissionsfaktor „0“ zu bewerten, da dessen Kohlenstoff ausschließlich aus dem aufgeschlossenen Holz stammt. Der Verlust an Calcium aus dem Kreislauf wird ausschließlich durch Zugabe von Branntkalk ausgeglichen und führt hier somit ebenfalls nicht zu berichtsrelevanten CO₂-Emissionen (das bei der Herstellung des Branntkalks freigesetzte CO₂ ist bereits in den Angaben für die Kalkindustrie (CRF 2.A.2) enthalten).

Emissionen in die Atmosphäre entstehen bei diesem Verfahren außerdem am Laugen-Rückgewinnungskessel, bei der Rindenverbrennung, am Kalkofen, bei der Hackschnitzellagerung, am Zellstoffkocher, bei der Zellstoffwäsche, in der Bleichanlage, bei der Aufbereitung der Bleichchemikalien, beim Eindampfen, Sortieren und Waschen sowie bei der Aufbereitung des Kreislaufwassers und an verschiedenen Tanks. Dazu gehören ebenfalls diffuse Emissionen, die an verschiedenen Punkten des Prozesses entweichen, in der Hauptsache am Laugen- Rückgewinnungskessel, am Kalkofen sowie an den Hilfskesseln. Hauptbestandteile der Emissionen sind Stickstoffoxide, schwefelhaltige Verbindungen, wie z.B. Schwefeldioxid, sowie übelriechende reduzierte Schwefelverbindungen.

Die beiden deutschen Sulfatzellstoff-Anlagen werden mit einer Nachverbrennung von übelriechenden Schwefelverbindungen und NO_x-mindernder Verbrennungstechnik im Rückgewinnungskessel betrieben (> 20 % NO_x-Reduktion, Angaben des Verbandes Deutscher Papierfabriken (VDP), September 2004 (VDP, 2004)).

Weitere emissionsmindernde Techniken werden in Deutschland bisher nicht angewendet:

- *Scrubber* nach dem Rückgewinnungskessel (> 85 % SO₂-Reduktion)
- SNCR-Technik zur NO_x-Reduktion nach dem Hilfskessel (> 30 % NO_x-Reduktion)
- SNCR-Technik zur NO_x-Reduktion nach dem Rückgewinnungskessel (> 30 % NO_x-Reduktion)
- NO_x-mindernder Verbrennungstechnik im Hilfskessel (> 20 % NO_x-Reduktion, ebd.)

Sulfitverfahren

Sulfitzellstoff wird in 4 von 6 Anlagen in Deutschland hergestellt. Das Aufschlussverfahren kann hier unter Einsatz verschiedener Aufschlusschemikalien durchgeführt werden. Das Sulfatverfahren und das Sulfitverfahren weisen zahlreiche Ähnlichkeiten auf, nicht zuletzt im Hinblick auf die Möglichkeiten zum Einsatz unterschiedlicher interner und externer Maßnahmen zur Verminderung der Emissionen. Die Hauptunterschiede zwischen den beiden Verfahren zur Zellstoffherstellung aus Sicht des Umweltschutzes liegen in der chemischen Beschaffenheit des Kochprozesses, im System der Chemikalienvor- und -aufbereitung sowie in einem weniger intensiven Bleichvorgang, da Sulfitzellstoff über eine höhere Ausgangsweiße verfügt.

Emissionen in die Atmosphäre entstehen insbesondere am Laugen- Rückgewinnungskessel und bei der Rindenverbrennung. Abgasemissionen mit weniger konzentriertem SO₂ werden bei Wasch- und Sortiervorgängen sowie an Entlüftungskanälen der Eindampfer und an verschiedenen Tanks freigesetzt. Diese Emissionen entweichen teilweise diffus an verschiedenen Stellen des Prozesses. Sie bestehen hauptsächlich aus Schwefeldioxid, Stickstoffoxiden und Staub.

Zur Senkung des Verbrauchs von Frischdampf und elektrischer Energie und zur Steigerung der anlageninternen Erzeugung von Dampf und Strom stehen eine Reihe von Maßnahmen zur Verfügung. Anlagen zur Herstellung von Sulfitzellstoff können sich durch die Nutzung des Heizwertes von Dicklaug, Rinde und Holzabfällen selbst mit Wärme und elektrischer Energie versorgen. In integrierten Anlagen besteht jedoch Bedarf an zusätzlichem Dampf und zusätzlicher elektrischer Energie, die entweder in Anlagen vor Ort oder an anderen Standorten erzeugt werden. Integrierte Fabriken zur Herstellung von Sulfitzellstoff und Papier verbrauchen 18 - 24 GJ/t Zellstoff Prozesswärme und 1,2 - 1,5 MWh/t Zellstoff elektrische Energie.

Alle vier Sulfitzellstoff-Anlagen in Deutschland werden mit SO₂-Scrubber nach dem Rückgewinnungskessel (> 98 % SO₂-Reduktion) betrieben. Eine Anlage wendet NO_x-mindernder Verbrennungstechnik im Rückgewinnungs- und im Hilfskessel an (insgesamt > 40 % NO_x-Reduktion, ebd.).

Weitere emissionsmindernde Techniken werden in Deutschland bisher nicht angewendet:

- SNCR-Technik zur NO_x-Reduktion nach dem Hilfskessel (> 30 % NO_x-Reduktion)
- SNCR-Technik zur NO_x-Reduktion nach dem Rückgewinnungskessel (> 30 % NO_x-Reduktion, ebd.)

Holzstoff

Holzstoff wird in 9 Anlagen in Deutschland produziert. Beim mechanischen Aufschluss werden die Holzfasern durch die auf die Holzmatrix wirkende mechanische Energie voneinander getrennt. Ziel dieses Vorganges ist die Erhaltung des Hauptanteils an Lignin, um dadurch eine hohe Ausbeute bei gleichzeitiger ausreichender Festigkeit und Weiße zu erzielen. Dabei ist zwischen zwei Hauptverfahren zu unterscheiden:

- Das Holzschliff-Verfahren, bei dem Holzprügel unter Wasserzusatz gegen einen rotierenden Schleifstein gedrückt wird, sowie
- das *Refiner*-Verfahren, bei dem Hackschnitzel in Scheibenrefinern zerkleinert werden.

Die Eigenschaften des Holzstoffs können durch die Erhöhung der Prozesstemperatur und im Falle des *Refiner*-Verfahrens durch eine chemische Vorbehandlung der Hackschnitzel beeinflusst werden. Das Aufschlussverfahren, bei dem das Holz durch die Zugabe von Chemikalien vorgeweicht und unter Druck zerkleinert wird, wird als chemisch-thermisch-mechanischer Aufschluss (CTMP = *Chemi-Thermo-Mechanical-Pulp*) bezeichnet.

Die Abgasemissionen sind in den meisten Fällen Emissionen aus der Wärme- und Energieerzeugung in Hilfskesseln sowie flüchtige organische Kohlenstoffe (VOC). VOC-Emissionen entstehen bei der Lagerung der Hackschnitzel, bei der Luftabführung aus Behältern zum Waschen der Hackschnitzel und anderen Behältern sowie bei Kondensaten, die bei der Dampfrückgewinnung aus den *Refinern* anfallen und mit flüchtigen Holzbestandteilen kontaminiert sind. Ein Teil dieser Emissionen entweicht diffus an verschiedenen Punkten der Fabrik.

Die besten verfügbaren Techniken zur Verminderung der Abgasemissionen bestehen in einer wirksamen Wärmerückgewinnung aus den Refinern sowie in der Senkung der VOC-Emissionen aus kontaminiertem Dampf. Neben den VOC-Emissionen kommt es beim mechanischen Aufschluss zu Abgasemissionen, die nicht verfahrensbedingt sind, sondern aus der Energieerzeugung vor Ort herrühren. So werden Wärme und elektrische Energie

mittels Verbrennung verschiedener fossiler Brennstoffe bzw. erneuerbarer Holzhückstände, wie z.B. Rinde, erzeugt. Die besten verfügbaren Techniken für Hilfskessel werden weiter unten dargelegt.

Recyclingfasern

Generell können Verfahren unter Einsatz von Recyclingfasern (Verfahren zur Aufbereitung von Altpapier) in zwei Hauptkategorien unterteilt werden:

- Verfahren mit ausschließlich mechanischer Reinigung, d.h. ohne Druckfarbenentfernung (Deinking), die z.B. zur Herstellung von Testliner, Wellenpapier, Karton und Karton eingesetzt werden;
- Verfahren unter Verwendung mechanischer und chemischer Technologien, d.h. einschließlich Druckfarbenentfernung, die u.a. bei der Herstellung von Zeitungsdruckpapier, *Tissue*, Druck- und Kopierpapier, Zeitschriftendruckpapiere (SC/LWC) sowie bei einigen Sorten von Karton bzw. Handels-DIP (deinkter Altpapierstoff) zur Anwendung kommen.

Die Rohstoffe für die Papierproduktion auf der Grundlage von Recyclingfasern sind hauptsächlich Altpapier, Wasser, chemische Zusatzstoffe und Energie in Form von Dampf und elektrischer Energie. Abgasemissionen treten vor allem bei der Energieerzeugung durch die Verbrennung von fossilen Brennstoffen in Kraftwerken auf.

Die Abgasemissionen aus Altpapier verarbeitenden Fabriken fallen hauptsächlich in Anlagen zur Erzeugung von Wärme und in einigen Fällen auch in Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung an. Daher ist die Energieeinsparung eng mit der Verminderung der Abgasemissionen verbunden. Bei den Energieerzeugungsanlagen handelt es sich gewöhnlich um Standardkessel, so dass sie wie jedes andere Kraftwerk dieser Art behandelt werden können. Bei der Senkung des Energieverbrauchs und der Emissionen in die Atmosphäre gelten folgende Maßnahmen als beste verfügbare Techniken: Kraft-Wärme-Kopplung, Modernisierung der vorhandenen Kessel sowie Einsatz von technischen Einrichtungen mit geringerem Energiebedarf bei Ersatzinvestitionen.

In energieeffizienten Fabriken zur Aufbereitung von Altpapier wird Prozesswärme und Elektroenergie in folgenden Größenordnungen verbraucht:

- Integrierte Altpapier verarbeitende Fabriken ohne Deinking (z.B. zur Fertigung von Testliner und Wellenpapier):
6 – 6,5 GJ/t Prozesswärme und
0,7 – 0,8 MWh/t elektrische Energie;
- Integrierte Fabriken zur Produktion von *Tissue* einschließlich DIP-Anlage:
7 - 12 GJ/t Prozesswärme und
1,2– 1,4 MWh/t elektrische Energie;
- Integrierte Fabriken zur Herstellung von Zeitungsdruckpapier bzw. integrierte Fabriken zur Herstellung von Druck- und Schreibpapier einschließlich DIP-Anlage:
4 – 6,5 GJ/t Prozesswärme und
1 – 1,5 MWh/t elektrische Energie.

19.2.4.1.2 Papier und Kartonherstellung

Papier wird aus Faserstoffen, Wasser und chemischen Additiven hergestellt. Darüber hinaus besteht ein hoher Energiebedarf, um das gesamte Verfahren zu realisieren. Elektrische

Energie wird vor allem zum Betrieb der verschiedenen Motorantriebe und bei der Mahlung der Fasern benötigt. Prozesswärme wird in der Hauptsache zur Erwärmung von Wasser, anderen Flüssigkeiten und Luft sowie zur Wasserverdampfung in der Trockenpartie der Papiermaschine und zur Umwandlung von Dampf in Elektroenergie (bei Kraft-Wärme-Kopplung) genutzt. Große Mengen an Wasser werden als Prozesswasser und zur Kühlung benötigt. In der Papierproduktion selbst können verschiedene Zusätze als Prozesshilfsmittel bzw. zur Verbesserung der Produkteigenschaften (Papierhilfsmittel) zur Anwendung kommen.

Die Abgasemissionen aus nichtintegrierten Papierfabriken gehen meist von Dampferzeugern und Energieerzeugungsanlagen aus. Dabei handelt es sich in der Regel um Standardkessel, die sich nicht von anderen Verbrennungsanlagen unterscheiden. Es wird davon ausgegangen, dass diese Anlagen in der gleichen Weise wie sonstige Hilfskessel gleicher Kapazität betrieben werden (siehe weiter unten).

In energieeffizienten nichtintegrierten Papierfabriken werden Wärme und Energie in folgenden Größenordnungen verbraucht:

- In nichtintegrierten Fabriken zur Herstellung von ungestrichenem Feinpapier besteht ein Prozesswärmebedarf von 7 – 7,5 GJ/t und ein Energiebedarf von 0,6 – 0,7 MWh/t;
- In nichtintegrierten Fabriken zur Herstellung von gestrichenem Feinpapier beläuft sich der Prozesswärmebedarf auf 7 - 8 GJ/t und der Energiebedarf auf 0,7 – 0,9 MWh/t;
- Nichtintegrierte Fabriken zur Herstellung von Tissue aus Frischfasern benötigen Prozesswärme in Höhe 5,5– 7,5 GJ/t und elektrische Energie in Höhe von 0,6 – 1,1 MWh/t.

Hilfskessel

Die Abgasemissionen aus Hilfskesseln sind unter Berücksichtigung der tatsächlichen Energiebilanz einer konkreten Zellstoff- bzw. Papierfabrik, der Art der außerhalb bezogenen Brennstoffe und dem Einsatz möglicher Biomassebrennstoffe wie Rinde und Holzabfall zu betrachten. Zellstoff- und Papierfabriken, die Faserstoffe aus Primärfasern herstellen, betreiben im Allgemeinen rindenbefeuerte Kessel. Bei nichtintegrierten Papierfabriken und Altpapier verarbeitende Fabriken fallen Abgasemissionen hauptsächlich an Dampferzeugern und/oder Energieerzeugungsanlagen an. Bei diesen Anlagen handelt es sich generell um Standardkessel, wobei sich die Anlagen selbst von sonstigen Verbrennungsanlagen nicht unterscheiden. Es wird davon ausgegangen, dass diese Anlagen wie alle anderen derselben Kapazität betrieben werden. Bei diesen Techniken handelt es sich um folgende:

- Einsatz der Wärme-Kraft-Kopplung, wenn das Wärme/Kraft-Verhältnis dies zulässt;
- Verwendung erneuerbarer Brennstoffe wie Holz bzw. eventuell anfallender Holzabfall zur Verminderung des Ausstoßes von fossilem CO₂;
- Minderung der NO_x-Emissionen aus Hilfskesseln durch Regelung der Feuerungsbedingungen sowie Einbau von Brennern mit geringen NO_x-Emissionen;
- Verminderung der SO₂-Emissionen durch den Einsatz von Rinde, Gas bzw. schwefelarmen Brennstoffen oder Reinigung des Abgases von Schwefelverbindungen;

- Verwendung wirksamer Elektrofilter (bzw. Schlauchfilter) zur Staubabscheidung in Hilfskesseln, die mit festen Brennstoffen befeuert werden.

Es ist festzustellen, dass die produktspezifischen Abgasemissionen insgesamt in hohem Maße standortabhängig sind (z.B. eingesetzte Brennstoffart, Größe und Typ der Fabrik, integrierte bzw. nichtintegrierte Bauart des Werkes, Stromerzeugung). In diesem Zusammenhang muss festgestellt werden, dass die in Deutschland eingesetzten Hilfskessel sehr unterschiedliche Größen aufweisen (von 10 bis mehr als 200 MW). Bei kleineren Kesseln lohnt sich nur die Nutzung von schwefelarmen Brennstoffen und der entsprechenden Verbrennungstechnologien, während bei größeren Kesseln auch sekundäre Minderungsmaßnahmen hilfreich sein können.

Weitere Informationen zu Aktivitätsraten sind in Kapitel 18 erläutert.

19.3 Weitere detaillierte methodische Beschreibungen für die Quellkategorie Lösemittel und andere Produktverwendung (3)

19.4 Weitere detaillierte methodische Beschreibungen für die Quellkategorie Landwirtschaft (4)

19.4.1 Verteilungen von Haltungs- Lager- und Ausbringungsverfahren sowie Weidegangdaten (CRF 4.A, 4.B, 4.D)

Die dem deutschen Inventar zugrunde liegenden Verteilungen von Haltungs- Lager- und Ausbringungsverfahren sowie Angaben zum Weidegang sind in Tabelle 360, Tabelle 361, Tabelle 362 und Tabelle 363 wiedergegeben. . Diese Tabellen umfassen auch Angaben zu Emissionsfaktoren (u. a. auch für NH₃). Zu weiteren Details siehe RÖSEMANN et al. (2013).

Tabelle 360: Häufigkeitsverteilungen von Tierhaltungsverfahren(in %) sowie zugehörige Einstreumengen und NH₃-Emissionsfaktoren

livestock category	housing type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	bedding material (straw) kg place d ⁻¹	NH ₃ -N EF for housing, kg NH ₃ -N per kg TAN in excreta
dairy cattle	tied systems, solid storage	31	31	31	31	16	16	16	16	13	13	13	12	12	12	11	11	10	10	10	9	9	9	5,0	0,066
	tied systems, slurry	37	37	37	37	38	38	38	38	33	33	32	30	29	28	26	25	23	22	21	19	18	18		0,066
	cubicles, solid storage	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	5,0	0,197
	cubicles, slurry	29	29	29	29	42	42	42	42	51	51	52	53	55	56	57	58	59	60	62	63	64	64		0,197
	time spent on pastures (in % of year)	18	19	18	18	14	14	14	14	14	13	13	13	12	12	12	11	11	11	11	11	10	11		
male beef cattle	tied systems, solid storage	4	4	4	4	3	3	3	3	2	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	2,0	0,066
	tied systems, slurry	7	7	7	7	4	4	4	4	3	3	4	4	5	6	6	7	7	8	9	9	10	10		0,066
	loose housing, fully slatted floor, slurry	83	83	83	83	88	88	88	88	91	91	88	84	81	78	75	71	68	65	62	58	55	55		0,099
	loose housing, sloped floor	6	6	6	6	4	4	4	4	3	3	5	8	10	12	14	17	19	21	23	26	28	28	2,5	0,213
	deep litter	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0,197
	time spent on pastures (in % of year)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4		
heifers	tied systems, solid storage	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	2,0	0,066
	tied systems, slurry	15	15	15	15	17	17	17	17	17	17	16	16	15	14	14	13	13	12	11	11	10	10		0,066
	loose housing, Fullyslatted floor, slurry	48	48	48	48	49	49	49	49	50	50	50	49	49	48	48	47	47	46	46	45	45	45		0,099
	loose housing, solid storage	28	28	28	28	25	25	25	25	25	25	26	27	27	28	29	30	31	32	32	33	34	34	3,0	0,197
	time spent on pastures (in % of year)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
calves	tied systems, solid storage	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0,066
	deep litter	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2,5	0,197
	time spent on pastures (in % of year)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

livestock category	housing type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	bedding material (straw) kg place d ⁻¹	NH ₃ -N EF for housing, kg NH ₃ -N per kg TAN in excreta
suckler cows	tied systems, solid storage	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	8	8	9	10	11	11	12	13	14	14	15	15	5,0	0,066
	tied systems, slurry	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6		0,066
	loose housing, slurry	7	7	7	7	6	6	6	6	5	5	6	7	9	10	11	12	13	14	16	17	18	18		0,197
	deep litter	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	84	81	79	77	75	72	70	68	66	63	61	61	8,0	0,197
	time spent on pastures (in % of year)	41	40	42	42	42	42	43	43	44	44	44	44	45	44	45	45	45	46	46	47	47	47		
mature males	tied systems, solid storage	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	5,0	0,066
	tied systems, slurry	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		0,066
	loose housing, slurry	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34		0,197
	loose housing, solid storage	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	5,0	0,197
	time spent on pastures (in % of year)	35	33	33	34	33	33	33	32	33	33	32	32	32	32	32	33	33	33	34	34	34	34		
fattening pigs / weaners	fully slatted floor, slurry	49	49	49	49	59	59	59	59	60	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	71		0,3
	partly slatted floor, slurry	40	40	40	40	34	34	34	34	32	32	31	30	29	28	27	27	26	25	24	23	22	22		0,3
	litter based, solid storage	8	8	8	8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,30 / 0,15	0,4
	deep litter	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,0 / 0,2	0,4
	time spent on pastures (in % of year)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
sows / boars	solid storage	42	42	42	42	26	26	26	26	24	24	23	22	21	20	19	19	18	17	16	15	14	14	0,5	0,34
	slurry	58	58	58	58	74	74	74	74	76	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	86		0,34
	time spent on pastures (in % of year)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
livestock category	housing type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	bedding material (straw) kg place a ⁻¹	kg NH ₃ -N per kg TAN in excreta
laying hens	cages; ≥2010: small group housing systems	95	95	95	95	95	94	92	90	89	88	87	85	84	81	77	73	70	68	62	38	18	14		a b
	floor management, aviary	4	4	4	4	4	5	5	7	7	7	7	7	7	9	12	14	15	17	22	45	63	64	0,5	a b
	free range, organic farming	1	1	1	1	1	2	2	4	4	5	7	8	9	10	11	13	14	15	16	18	19	22	0,5	a b

livestock category	housing type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	bedding material (straw) kg place a ⁻¹	kg NH ₃ -N per kg TAN in excreta	
broilers	floor management	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1,4	0,09	^b
pullets	floor management	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,8	0,09	^b
ducks	floor management	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	19,5	0,16	^b
geese	floor management and free range	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		0,57	^c
turkeys, female	floor management	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10,3	0,22	^b
turkeys, male	floor management	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10,3	0,22	^b
livestock category	housing type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	bedding material (straw) kg place d ⁻¹	kg NH ₃ -N per kg TAN in excreta	
buffalo	straw based system	NO	NO	NO	NO	NO	NO	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	5,0	0,197	
	slurry based system	NO	NO	NO	NO	NO	NO	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50		0,197	
	time spent on pastures (in % of year)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16			
horses (heavy horses / light horses, ponies)	straw based system	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	8,0 / 5,0	0,22	
	time spent on pastures (in % of year)	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21			
mules and asses	straw based system	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	5,0	0,22	
	time spent on pastures (in % of year)	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21			
sheep without lambs	straw based system	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,4	0,22	
	time spent on pastures (in % of year)	52	53	53	53	53	52	53	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	53	53			
lambs	straw based system	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,16	0,22	
	time spent on pastures (in % of year)	42	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	40	40			
goats	straw based system	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,4	0,22	
	time spent on pastures (in % of year)	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34			

^a s. Tabelle 363: Legehennen, haltungsspezifische partielle NH₃-Emissionsfaktoren

^b related to N excreted

^c related to TAN (UAN) excreted

Tabelle 361: Häufigkeitsverteilungen von Lagerverfahren (in %) sowie zugehörige Emissionsfaktoren

livestock category	storage type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	NH ₃ -N EF for storage, kg NH ₃ -N per kg TAN in storage system	NH ₃ -N EF for storage, kg NH ₃ -N per kg TAN in storage system (leachate / urine)	N ₂ O EF for storage, kg N ₂ O-N per kg N in storage system	N ₂ O EF for storage, kg N ₂ O-N per kg N in storage system (leachate / urine)	CH ₄ MCF for storage, kg CH ₄ -C per kg C in storage system < 10 °C	maximum CH ₄ producing capacity (Bo) m ³ per kg CH ₄
all cattle, undigested slurry	open tank (% of total undigested slurry)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	0,150		0,000		0,170	0,230
	solid cover (% of total undigested slurry)	22	22	22	22	22	22	22	22	21	21	21	22	22	22	23	23	23	24	24	24	24	24	0,015		0,005		0,170	0,230
	natural crust (% of total undigested slurry)	38	38	38	38	41	41	41	41	42	42	41	41	40	40	39	39	38	38	37	37	36	36	0,045		0,005		0,100	0,230
	plastic film (% of total undigested slurry)	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,023		0,000		0,170	0,230
	artificial crust (chaff) (% of total undigested slurry)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0,030		0,000		0,170	0,230
	storage below animal confinements > 1 month (% of total undigested slurry)	39	39	39	39	35	35	35	35	35	35	35	34	34	34	34	33	33	33	33	32	32	32	0,045		0,002		0,170	0,230
dairy cows, digested slurry	share of digested slurry (% of total cattle slurry, related to slurry of dairy cows)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	5	8	12	14	18	22	27						
	gas tight storage (% of total digested cattle slurry)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16	22	27	33	38	44	49	0,000		0,001		0,010	0,230
	open tank (% of total digested cattle slurry)	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	88	87	85	84	78	73	67	62	56	51	0,150		0,001		0,017	0,230
dairy cattle, solid	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,600	0,013	0,013	0,005	0,020	0,230

livestock category	storage type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	NH ₃ -N EF for storage, kg NH ₃ -N per kg TAN in storage system	NH ₃ -N EF for storage, kg NH ₃ -N per kg TAN in storage system (leachate / urine)	N ₂ O EF for storage, kg N ₂ O-N per kg N in storage system	N ₂ O EF for storage, kg N ₂ O-N per kg N in storage system (leachate / urine)	CH ₄ MCF for storage, kg CH ₄ -C per kg C in storage system < 10 °C	maximum CH ₄ producing capacity (Bo) m ³ per kg CH ₄
male beef cattle, solid	solid storage (% of total solid manure)	40	40	40	40	43	43	43	43	40	40	29	27	23	25	22	23	21	22	21	21	20	20	0,600	0,013	0,013	0,005	0,020	0,230
	deep bedding / sloped floor (% of total solid manure)	60	60	60	60	57	57	57	57	60	60	71	73	77	75	78	77	79	78	79	79	80	80	0,600		0,010		0,170	0,230
heifers, solid	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,600	0,013	0,013	0,005	0,020	0,230
calves, solid	solid storage (% of total solid manure)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,600	0,013	0,013	0,005	0,020	0,230
	deep bedding (% of total solid manure)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,600		0,010		0,170	0,230
suckler cows, solid	solid storage (% of total solid manure)	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	9	9	10	11	13	13	15	16	18	18	20	20	0,600	0,013	0,013	0,005	0,020	0,230
	deep bedding (% of total solid manure)	93	93	93	93	93	93	93	93	92	92	91	91	90	89	87	87	85	84	83	82	80	80	0,600		0,010		0,170	0,230
mature males, solid	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,600	0,013	0,013	0,005	0,020	0,230
all pigs, undigested slurry	open tank (% of total undigested slurry)	47	47	47	47	27	27	27	27	27	27	25	24	22	20	19	17	15	14	12	10	9	9	0,150		0,000		0,250	0,300
	solid cover (% of total undigested slurry)	18	18	18	18	22	22	22	22	22	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	0,015		0,005		0,250	0,300
	natural crust (% of total undigested slurry)	3	3	3	3	13	13	13	13	13	13	14	16	17	19	20	22	23	25	26	28	29	29	0,105		0,005		0,150	0,300
	plastic film (% of total undigested slurry)	0	0	0	0	7	7	7	7	7	7	6	6	5	4	4	3	3	2	1	1	0	0	0,023		0,000		0,250	0,300
	artificial crust (chaff) (% of total)	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	0,030		0,000		0,250	0,300

																									NH ₃ -N EF for storage, kg NH ₃ -N per kg TAN in storage system	NH ₃ -N EF for storage, kg NH ₃ -N per kg TAN in storage system (leachate / urine)	N ₂ O EF for storage kg N ₂ O-N per kg N in storage system	N ₂ O EF for storage kg N ₂ O-N per kg N in storage system (leachate / urine)	CH ₄ MCF for storage kg CH ₄ -C per kg C in storage system	maximum CH ₄ producing capacity (Bo) m ³ per kg CH ₄
livestock category	storage type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011							
	undigested slurry) storage below animal confinements > 1 month (% of total undigested slurry)	32	32	32	32	30	30	30	30	31	31	31	31	31	31	31	32	32	32	32	32	32	32	0,105		0,002		0,250	0,300	
fattening pigs, digested slurry	share of digested slurry (% of total pig slurry, related to slurry of fattening pigs)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	5	8	11	13	16	21	25							
	gas tight storage (% of total digested pig slurry)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	17	23	29	34	40	46	52	0,000		0,001		0,010	0,300	
	open tank (% of total digested pig slurry)	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	88	86	84	83	77	71	66	60	54	48	0,150		0,001		0,021	0,300	
fattening pigs / weaners, solid	solid storage (% of total solid manure)	73	73	73	73	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	0,600	0,030	0,013	0,005	0,030	0,300	
	deep bedding (% of total solid manure)	27	27	27	27	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	0,600		0,010		0,250	0,300	
sows / boars, solid	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,600	0,030	0,013	0,005	0,030	0,300	
Laying hens	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,140		0,001		0,015	0,390	
broilers	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,170		0,001		0,015	0,360	
pullets	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,170		0,001		0,015	0,390	

livestock category	storage type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	NH ₃ -N EF for storage, kg NH ₃ -N per kg TAN in storage system	NH ₃ -N EF for storage, kg NH ₃ -N per kg TAN in storage system (leachate / urine)	N ₂ O EF for storage, kg N ₂ O-N per kg N in storage system	N ₂ O EF for storage, kg N ₂ O-N per kg N in storage system (leachate / urine)	CH ₄ MCF for storage, kg CH ₄ -C per kg C in storage system, < 10 °C	maximum CH ₄ producing capacity (Bo) m ³ per kg CH ₄
ducks	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,240		0,001		0,015	0,360
geese	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,160		0,001		no calculation of VS	no calculation of VS
turkeys, female	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,240		0,001		0,015	0,360
turkeys, male	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,240		0,001		0,015	0,360
buffalo	slurry, with natural crust (% of total slurry)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,045		0,005		0,100	0,100
	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,600	0,013	0,013	0,005	0,02	0,100
horses (heavy horses / light horses, ponies)	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,600	0,013	0,013	0,005	0,02	0,300
mules and asses	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,600	0,013	0,013	0,005	0,02	0,330
all sheep	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,280		0,013		0,02	0,190
goats	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,280		0,013		0,02	0,180

Tabelle 362: Häufigkeitsverteilungen von Ausbringungsverfahren (in %) sowie zugehörige Emissionsfaktoren

livestock category	application type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	NH ₃ -N EF for application, kg NH ₃ -N per kg TAN applied	
all cattle, undigested slurry	broadcast, without incorporation	9	9	9	9	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0,50	
	broadcast, incorporation < 1 h	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,10	
	broadcast, incorporation < 4h	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	6	6	7	8	9	10	11	11	0,26	
	broadcast, incorporation < 6h	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35	
	broadcast, incorporation < 8h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	0,40	
	broadcast, incorporation < 12h	0	0	0	0	19	19	19	19	20	20	18	17	15	13	11	10	8	6	5	3	1	1	1	0,43
	broadcast, incorporation < 24h	33	33	33	33	11	11	11	11	11	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0,46	
	broadcast, incorporation < 48h	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,50	
	broadcast, vegetation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	6	7	9	10	12	13	15	16	16	0,50	
	broadcast, grassland	45	45	45	45	43	43	43	43	41	41	42	42	42	42	42	43	43	43	43	43	44	44	0,60	
	trailing hose, without incorporation	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,46
	trailing hose, incorporation < 1 h	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0,04
	trailing hose, incorporation < 4h	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0,15
	trailing hose, incorporation < 6h	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20
	trailing hose, incorporation < 8h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0,24
	trailing hose, incorporation < 12h	0	0	0	0	8	8	8	8	8	8	8	7	7	6	5	5	4	3	2	2	1	0	0	0,30
	trailing hose, incorporation < 24h	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0,39
	trailing hose, incorporation < 48h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,46
	trailing hose, vegetation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4	4	0,35
	trailing hose, short vegetation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,50
	trailing hose, grassland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	0,54
	trailing shoe	0	0	0	0	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0,36
	open slot	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0,24
	injection (Grubber)	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	0,05
dairy cattle, digested slurry	broadcast, without incorporation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	
	broadcast, incorporation < 1 h	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,04	
	broadcast, incorporation < 4h	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	0,09	
	broadcast, incorporation < 8h	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	0,13	
	broadcast, incorporation < 12h	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,16	
	broadcast, vegetation	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	0,25
	broadcast, grassland	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	0,30	
	trailing hose, without incorporation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,18	
	trailing hose, incorporation < 1 h	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0,02
	trailing hose, incorporation < 4h	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	0,06
	trailing hose, incorporation < 8h	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,09	
	trailing hose, incorporation < 12h	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,11
	trailing hose, vegetation	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	0,13
	trailing hose, grassland	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0,21
	trailing shoe	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0,12
	open slot	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0,06
	injection (Grubber)	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	0,03

livestock category	application type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	NH ₃ -N EF for application, kg NH ₃ -N per kg TAN applied	
all cattle, solid manure	broadcast, without incorporation	13	13	13	13	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0,90	
	broadcast, incorporation < 1 h	6	6	6	6	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	0,09	
	broadcast, incorporation < 4h	0	0	0	0	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,45	
	broadcast, incorporation < 12h	7	7	7	7	36	36	36	36	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	0,81	
	broadcast, incorporation < 24h	47	47	47	47	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0,90	
	broadcast, incorporation < 48h	6	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,90	
	broadcast, vegetation	22	22	22	22	27	27	27	27	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	0,90	
all pigs, undigested slurry	broadcast, without incorporation	8	8	8	8	5	5	5	5	4	4	4	4	3	3	2	2	2	1	1	0	0	0	0,25	
	broadcast, incorporation < 1 h	4	4	4	4	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	0,04	
	broadcast, incorporation < 4h	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	5	6	7	8	9	9	9	0,09	
	broadcast, incorporation < 6h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11	
	broadcast, incorporation < 8h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	4	5	5	0,13	
	broadcast, incorporation < 12h	0	0	0	0	27	27	27	27	27	27	25	22	20	18	15	13	11	8	6	3	1	1	1	0,16
	broadcast, incorporation < 24h	47	47	47	47	5	5	5	5	5	5	4	4	3	3	3	2	2	1	1	0	0	0	0,21	
	broadcast, incorporation < 48h	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	
	broadcast, vegetation	32	32	32	32	23	23	23	23	24	24	24	24	24	24	24	23	23	23	23	23	23	23	0,25	
	broadcast, grassland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	0,30	
	trailing hose, without incorporation	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0,18	
	trailing hose, incorporation < 1 h	0	0	0	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	0,02	
	trailing hose, incorporation < 4h	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	6	0,06	
	trailing hose, incorporation < 6h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	
	trailing hose, incorporation < 8h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	0,09	
	trailing hose, incorporation < 12h	0	0	0	0	10	10	10	10	9	9	9	8	7	6	5	5	4	3	2	1	1	1	0,11	
	trailing hose, incorporation < 24h	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0,14	
	trailing hose, incorporation < 48h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17	
	trailing hose, vegetation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	8	11	13	16	19	21	24	27	29	0,13	
	trailing hose, short vegetation	1	1	1	1	8	8	8	8	8	9	9	8	7	6	5	5	4	3	2	2	1	0	0	0,25
	trailing hose, grassland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0,21	
	trailing shoe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	0,12	
	open slot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0,06	
	injection (Grubber)	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	0,03	

livestock category	application type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	NH ₃ -N EF for application, kg NH ₃ -N per kg TAN applied	
fattening pigs, digested slurry	broadcast, without incorporation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	
	broadcast, incorporation < 1 h	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,04	
	broadcast, incorporation < 4h	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	0,09	
	broadcast, incorporation < 8h	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	0,13	
	broadcast, incorporation < 12h	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,16	
	broadcast, vegetation	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	0,25
	broadcast, grassland	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	0,30
	trailing hose, without incorporation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,18
	trailing hose, incorporation < 1 h	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0,02
	trailing hose, incorporation < 4h	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	0,06
	trailing hose, incorporation < 8h	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,09
	trailing hose, incorporation < 12h	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,11
	trailing hose, vegetation	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	0,13
	trailing hose, grassland	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0,21
	trailing shoe	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0,12
open slot	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0,06	
	injection (Grubber)	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	0,03
all pigs, solid manure	broadcast, without incorporation	20	20	20	20	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	0,90
	broadcast, incorporation < 1 h	5	5	5	5	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	0,09
	broadcast, incorporation < 4h	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0,45
	broadcast, incorporation < 12h	0	0	0	0	51	51	51	51	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	0,81
	broadcast, incorporation < 24h	70	70	70	70	13	13	13	13	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	0,90
	broadcast, incorporation < 48h	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,90
	broadcast, vegetation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,90
all cattle and pigs, leachate	broadcast, without incorporation	5	5	5	5	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	0,20
	broadcast, incorporation < 1 h	5	5	5	5	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	0,02
	broadcast, incorporation < 4h	5	5	5	5	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	0,07
	broadcast, incorporation < 8h	5	5	5	5	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	0,12
	broadcast, incorporation < 12h	5	5	5	5	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	0,14
	broadcast, vegetation	5	5	5	5	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	0,20
	broadcast, grassland	5	5	5	5	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	0,20
	trailing hose, without incorporation	5	5	5	5	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	0,18
	trailing hose, incorporation < 1 h	5	5	5	5	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	0,01
	trailing hose, incorporation < 4h	5	5	5	5	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	0,05
	trailing hose, incorporation < 8h	5	5	5	5	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	0,09
	trailing hose, incorporation < 12h	5	5	5	5	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	0,12
	trailing hose, vegetation	5	5	5	5	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	0,15
	trailing hose, grassland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	0,14
	trailing shoe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0,08
	injection (Grubber)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	0,02
laying hens, solid	broadcast, without incorporation	8	8	8	8	5	5	5	5	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	0,90

livestock category	application type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	NH ₃ -N EF for application, kg NH ₃ -N per kg TAN applied
manure	broadcast, incorporation < 1 h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
	broadcast, incorporation < 4h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,18
	broadcast, incorporation < 12h	0	0	0	0	11	11	11	11	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	0,40
	broadcast, incorporation < 24h	92	92	92	92	83	83	83	83	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	0,45
poultry, except laying hens, solid manure	broadcast, incorporation < 24 h	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,45
all other animals, solid manure *)	broadcast, without incorporation	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,90

*) (horses, mules and asses, sheep, goats, buffalo)

Tabelle 363: Legehennen, haltungsspezifische partielle NH₃-Emissionsfaktoren

[in kg NH ₃ -N je ausgeschiedenem kg N]	≤ 2000	2001 - 2009	≥2010
Käfighaltung;		0,164	0,066
ab 2010: Kleingruppenhaltung			
Bodenhaltung, Voliere	0,351	lineare Interpolation	0,090
Intensive Auslaufhaltung, Freilandhaltung, ökologische Erzeugung		0.099	

Quelle: RÖSEMANN et al., 2013

19.5 Weitere detaillierte methodische Beschreibungen für die Quell-/Senkenkategorie Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (5)

19.5.1 Landnutzungsmatrix

19.5.1.1 Begründung der Entscheidung für ein stichprobenbasiertes System

Für die jährliche Erfassung der Landnutzungsänderungen stehen in Deutschland verschiedene räumlich explizite Daten zur Verfügung. Jeder dieser Datensätze weist spezifische Vor- und Nachteile auf, z.B.:

- periodische vs. jährliche Erfassung
- regionale vs. national vollständige Erfassung
- flächig vollständige vs. (systembedingte) unvollständige (lückige) Erfassung
- fokussiert auf die (Ist-) Zustandserfassung vs. Erfassung von Veränderungen
- Erfassung einer einzelnen Landnutzungskategorie: Wald

Durch die genannten Unterschiede in den Datensätzen ergeben sich für jede weitere Verwendung folgende Fragestellungen:

- Können mit diesen Daten alle Landnutzungsarten adäquat erfasst werden?
- Stimmen die Definitionen der Landnutzungs- und Landnutzungsänderungs-Klassen zwischen den Datensätzen aber auch mit nationalen oder internationalen Definitionen überein?
- Werden die Daten fortgeführt?
- Entwickelt sich deren Erhebung weiter?
- Stehen neue Informationsquellen zur Verfügung, etc.?

Mit der Entwicklung und dem Aufbau solcher sowohl inhaltlich umfassenden als auch räumlich expliziten und vollständigen, GIS-basierten Kartenwerke wurde häufig erst in den 1990er Jahren begonnen. Der Datenbestand wurde nach und nach aufgebaut und in seiner Qualität sukzessive verbessert. Dies impliziert jedoch, dass nicht für jede einzelne Fläche bzw. jeden einzelnen Stichprobenpunkt Informationen über die Landnutzung im Jahr 1990 bzw. davor aber auch danach vorliegen. Aus diesem Grund wurde nun ein flexibles System entwickelt, welches die Informationen möglichst vieler Datenquellen nutzt, um:

- umfassende und vollständige Landnutzungsänderungs-Informationen zu erhalten,
- den qualitativen Unterschieden der einzelnen Datenquellen gerecht zu werden,
- die räumlichen als auch qualitativen Entwicklungen der Daten zu berücksichtigen und
- Veränderungen zwischen verschiedenen Datenquellen zu verifizieren und
- eine konsistente Definition der Landnutzungskategorien in der Zeitreihe zu gewährleisten bzw.
- eigene Recherchen zuzulassen.

Diesen Ansprüchen wird angesichts der Datenlage in Deutschland nur ein stichprobenbasiertes System gerecht, da

- Datenquellen validiert werden können
- hierdurch die Quantifizierung unterschiedlicher Fehlerquellen möglich ist.
- Veränderungen punktwise und nicht in der Fläche betrachtet werden, weshalb ein stichprobenbasiertes System:

1. robuster auf kleinere Ungenauigkeiten in der Grenzziehung einer Fläche zwischen unterschiedlichen Datenquellen reagiert und
 2. eine nicht zu erreichende 100%ige Genauigkeit in der Georeferenzierung nicht benötigt wird (FULLER 2003).
- die Plausibilität von Landnutzungsänderungen verifiziert werden kann und
 - sich Datenquellen, welche nur stichprobenartig vorliegen, in dieses System integrieren lassen, wodurch die Datenbasis erweitert werden kann.

Ein solches stichprobenbasiertes System, welches bereits seit 1987 existiert und seitdem periodisch auch Landnutzungsveränderungen von und zu Wald sehr genau erfasst, ist die Bundeswaldinventur (BWI). Das BWI-Netz wird nun auch konsequent für die Erfassung der gesamten Landnutzungsveränderungen genutzt. Damit wird neben der Konsistenz in der Flächenberechnung auch eine vollständige Konsistenz zwischen den Berichten unter der Klimarahmenkonvention und der im Rahmen von Artikel 3.3/3.4 des Kyoto-Protokolls erreicht. Die Entscheidung Deutschlands für ein stichprobenbasiertes System wurde im Mai 2011 in einem nationalen Expertenworkshop abgestimmt und anschließend in einem internationalen Expertenworkshop vorgestellt, diskutiert und von den internationalen Experten als sehr gut geeignet und zukunftsweisend eingeschätzt.

19.5.1.2 Begründung der Entscheidung für das BWI-Raster

Einige der 31 LULUCF-Klassen (Hauptlandnutzungsklassen ohne Wechsel zu „Other Land“) sind deutschlandweit nur von sehr geringem Ausmaß. Deshalb wurde in einer Simulation geprüft, ob diese mit dem derzeitigen bundesweiten Grund-Raster von 4km x 4km und den Bundesland-spezifischen Verdichtungen bis hin zu 2km x 2km ausreichend genau erfasst werden können oder ob eine weitere Verdichtung des BWI-Netzes nötig wäre. Hierzu wurde ein systematisches, einfaches Stichprobennetz mit einer Rasterweite von 100m x 100m generiert. Aus diesem wurden bis zu 25 Subnetze je Rasterweite 200m x 200m, 500m x 500m, 1.000m x 1.000m und 2.000m x 2.000m gezogen. Aus statistischer Sicht ist gewünscht, dass möglichst jede der 31 LULUCF-Klassen erfasst wird. Jedoch wird nicht der Anspruch erhoben, dass sich die Schätzung des Flächenanteiles jeder noch so kleinen LULUCF-Klasse signifikant von Null unterscheidet. Auf Grund der erzielten Ergebnisse ist ein 1km x 1km-Netz als optimal anzusehen. Ignoriert man die Anordnung der bundesweit 217.603 BWI-Traktecken in Trakten und Verdichtungsgebieten, so repräsentiert jede Traktecke eine Fläche von 1,644km², was bei einer quadratischen Anordnung in etwa einer Netzdichte von 1.280m x 1.280m entspricht. Die Wahl des aktuellen BWI 2012-Netzes bildet aus statistischer Sicht somit einen guten Kompromiss. Die Anzahl realisierter Stichprobenpunkte liegt nahe an dem eines systematischen 1km x 1km-Netzes. Da die Korrelation zwischen den Traktecken kleiner 1 ist, steigt die Wahrscheinlichkeit, mit einem Trakt mehrere Landnutzungsänderungsklassen zu erfassen, auch die für Landnutzungsänderungsklassen mit sehr kleinen Flächenanteilen. Gleichzeitig ist die Anzahl kleinster Stichprobenelemente bei einer Traktstichprobe geringer als bei einer einfachen Stichprobe, wenn die gleiche Anzahl Probepunkte realisiert wird. Der Stichprobenfehler wird somit konservativ geschätzt.

Betrachtet man die Anforderungen an die Berichterstattung, so ist die Wahl des BWI 2012-Netzes als optimal einzustufen, da:

- nur mit dem BWI-Netz eine in sich konsistente Landnutzungsmatrix zu erstellen ist,
- welche gleichzeitig konsistent mit den BWI-Waldflächenschätzungen ist,

- aber auch zu den BWI-Kohlenstoffvorratsänderungsschätzungen.

Den hohen qualitativen Ansprüchen vor allem unter dem Kyoto-Reporting kann somit Rechnung getragen werden.

19.5.1.3 Umsetzung der Transition Time

Schritt 1

Für Punkte, welche ursprünglich zu einer remaining-Kategorie gehören, gilt:

Ereignis	Beschreibung	Formel	Variablen
1. Fall: keine Änderung			
Fläche verbleibt als Ganzes in remaining Kategorie		$A_{Jahr} = A_{Punkt}$	A_{Jahr} anteilige Fläche des Punktes in der Kategorie des im Berechnungsalgorithmus aktuell betrachteten Jahres A_{Punkt} die vom Punkt repräsentierte Fläche
2. Fall: Änderung zu anderer Landnutzung			
Jahr innerhalb der Veränderungsperiode	Anstiegsphase, d.h. Fläche verschwindet im Maße der jährlichen Änderungen aus der remaining Kategorie	$A_{Jahr} = A_{Punkt} - \left(\frac{A_{Punkt}}{Zeitspanne} * (Jahr - Anfangsjahr) \right)$	Zeitspanne = Dauer der Veränderungsperiode Jahr = Im Berechnungsalgorithmus aktuell betrachtetes Jahr Anfangsjahr = Beginn der Transition Time für diesen Punkt
Jahr nach der Veränderungsperiode	Fläche ist aus remaining Kategorie bereits verschwunden	$A_{Jahr} = 0$	
Fall 3: Änderung aus anderer Landnutzung hin zur betrachteten Landnutzung			
Jahr früher oder gleich als Anfangsjahr + 20 Jahre	Fläche ist in neuer remaining Kategorie noch nicht angekommen	$A_{Jahr} = 0$	
Jahr später als Anfangsjahr + 20 Jahre (aber noch innerhalb des gesperrten Zeitraums)	Fläche kommt entsprechend den jährlichen Änderungen stückweise zur neuen remaining Kategorie hinzu	$A_{Jahr} = A_{Punkt} * \left(\frac{Jahr - (Anfangsjahr + 20)}{Zeitspanne} \right)$	

Schritt 2

Für Punkte, welche zu einer Landnutzungsänderungs-Kategorie gehören, gilt:

Ereignis	Beschreibung	Formel	Variablen
1. Fall: Jahr innerhalb der Veränderungsperiode (Anstiegsphase)			
Änderungen über die gesamte Veränderungsperiode werden für jeden Beobachtungspunkt auf jährliche Änderungen umgerechnet	D.h., mit jedem Jahr nimmt die Änderungsfläche um die jährliche Änderung zu, bis sie zum Ende der Veränderungsperiode die gesamte Punktfläche umfasst.	$A_{Jahr} = A_{Punkt} * \left(\frac{Jahr - Anfangsjahr}{Zeitspanne} \right)$	
Fall 2: Zeitraum von Ende der Veränderungsperiode bis 20 Jahre nach Beginn der Veränderungsperiode (Plateauphase)			
Fläche verbleibt in Änderungskategorie		$A_{Jahr} = A_{Punkt}$	
Fall 3: Zeitraum zwischen 20 Jahren nach Beginn der Veränderungsperiode und 20 Jahren nach Ende der Veränderungsperiode (Abstiegsphase)			
In Änderungskategorie verbleibende Fläche	vermindert sich jedes Jahr um die jährliche Änderung	$A_{Jahr} = A_{Punkt} * \left(\frac{Endjahr - Jahr}{Zeitspanne} \right)$	Endjahr = Jahr in dem die Transition Time für diesen Punkt

Schritt 3

Nun erfolgt die Summierung aller Flächenwerte der Stichprobenpunkte pro Landnutzungs- bzw. Landnutzungsänderungskategorie pro Jahr innerhalb des Zeitraumes 1991 bis 2011.

Schritt 4

Anschließend muss für alle Jahre bis einschließlich 2010 eine Korrektur der Flächensummen aufgrund der in Transition Time befindlichen Änderungen aus den Vorjahren (1970-1990) durchgeführt werden. Dabei gilt für die remaining-Kategorien:

$$\sum A_{Jahr, korrigiert} = \sum A_{Jahr} + \left((2010 - Jahr) * \sum Zuwachs \right)$$

Mit $\sum A_{Jahr}$ = in Schritt 3 berechnete Summe aller Flächen innerhalb der betrachteten Landnutzungs- bzw. Landnutzungsänderungskategorie und $\sum Zuwachs$ = in den Zeitraum von 1970-1990 extrapolierte Flächensummen der jährlichen Änderungen für alle Landnutzungsänderungskategorien, die nach Ablauf der Transition Time einen Flächenzuwachs innerhalb der betrachteten Landnutzungskategorie bewirken, Bezugszeitraum 1990-2000.

Für die Landnutzungsänderungskategorien gilt:

$$\sum A_{Jahr, korrigiert} = \sum A_{Jahr} + \left(\sum A_{Bezugsjahr} * (2010 - Jahr) \right)$$

Mit $\sum A_{Bezugsjahr}$ = in den Zeitraum von 1970-1990 extrapolierte Flächensumme der jährlichen Landnutzungsänderung in der betrachteten Kategorie für den Bezugszeitraum 1990-2000.

Für die Jahre nach 2010 entfällt die Korrektur der Flächensummen, da die Transition Time aller Änderungen vor 1990 in 2010 abläuft. Somit werden für die Folgejahre die Flächensummen aus Schritt 3 berichtet.

19.5.2 Ermittlung der Emissionsfaktoren für den Mineralboden

Grundlage zur Ermittlung der flächendeckenden und nach Klimaregionen gewichteten durchschnittlichen Kohlenstoffvorräte in Mineralböden, in Abhängigkeit von der Landnutzung, bilden folgende Datenquellen:

1. Bodenübersichtskarte im Maßstab 1:1.000.000 (BÜK 1000; BGR 1995, 1997, 2007)
2. Schätzprofile der BÜK 1000 n 2.3; FISBo BGR (BGR 2011)
3. „Gehalte an organischer Substanz in Oberböden Deutschlands – Bericht über länderübergreifende Auswertung von Punktinformationen im FISBo BGR-“ (DÜWEL et al. 2007)
4. Ergebnisse der zweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II; vTI 2011)
5. Datensätze des Basis-Digitalen Landschaftsmodells (B-DLM) des Amtlichen Topographisch- Kartographischen InformationsSystems (ATKIS®) der Jahre 2000, 2005, 2010 (AdV 2000; 2005; 2010)
6. IPCC-Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4, Agriculture, Forestry and Other Land Use (IPCC 2006)

Der Ermittlung der Emissionsfaktoren für die einzelnen Landnutzungskategorien wurde ein Rückfallsystem zugrunde gelegt. Das bedeutet:

- Liegen spezifisch erhobene Bodendaten für eine Landnutzungskategorie vor (BZE II-Daten; Daten der BGR-Studie (DÜWEL et al. 2007)), so werden diese für sich oder in Kombination mit Daten der BÜK 1000 herangezogen, zur Bestimmung der Bodenkohlenstoffvorräte in der entsprechenden Kategorie.
- Existieren solche Daten nicht, liegen der Bestimmung die Schätzwerte der BÜK 1000 zugrunde.

Aufgrund der unterschiedlichen Datenlage für die einzelnen Landnutzungskategorien wurden die flächengewichteten, nutzungs- und bodenspezifischen Kohlenstoffgehalte für unterschiedliche Kategorien getrennt bestimmt.

19.5.2.1 Landnutzungskategorie Wald (Forest Land)

Allen Flächen, die durch die Bundeswaldinventur als Wald im Sinne der Definition nach Bundeswaldgesetz und von Deutschland gewählter IPCC-Definition fallen, wurde der mittlere Kohlenstoffvorrat im Mineralboden bis 30 cm Bodentiefe zugeordnet, der in der Bodenzustandserhebung II (BZE II) ermittelt wurde.

Die BZE II ist eine systematische Stichprobenerhebung und wurde durchgeführt, um grundlegende Informationen über den Zustand von Waldböden und die in ihnen ablaufenden Veränderungen zu gewinnen. Ziel war es, u.a. Daten von zentralen Bodeneigenschaften zu ermitteln. Zu diesem Zwecke wurden flächendeckend, in einem 8 x 8 km Raster, ca. 2.000 Punkte durch die jeweiligen Bundesländer boden- und standortkundlich intensiv untersucht. Die Arbeitsanleitung war einheitlich durch Bund und Länder erarbeitet und festgelegt worden (siehe Kapitel 7.2.2.2 und 7.2.4.4).

Nach Abschluss der Arbeiten konnten den LULUCF-Inventarberechnungen für die Submission 2013 nun erstmalig die endgültigen Ergebnisse der Waldbodeninventur (BZE II) bezüglich des Bodenkohlenstoffvorrats sowie dessen Veränderungsrate zugrunde gelegt werden. Der im Rahmen dieser Erhebung ermittelte mittlere Kohlenstoffvorrat für Mineralböden, bis 30 cm Tiefe, beträgt $61,1 \pm 3,4 \text{ Mg ha}^{-1}$ für das Jahr 2006. Die mittlere jährliche Veränderungsrate, die für den Zeitraum zwischen den jeweiligen Erhebungen bestimmt wurde, beträgt $0,27 \pm 0,18 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (TI-WO, mündliche Mitteilung, vergl. Kapitel 7.2.2.2). Um den Kohlenstoffvorrat der mineralischen Forstböden für die unterschiedlichen Berichtsjahre zu ermitteln, wurde die mittlere Veränderungsrate dem für das Jahr 2006 ermittelten durchschnittlichen Mineralbodenkohlenstoffvorrat aller Forstböden Deutschlands zugeschlagen bzw. abgeschlagen, so dass sich für den Berichtszeitraum seit 1990 folgende Zeitreihe ergibt (Tabelle 364):

Tabelle 364: Mittlerer Kohlenstoffvorrat [bis 30 cm Bodentiefe in $\text{MgC ha}^{-1} \pm 1,96 \cdot \text{Standardfehler}$] in den mineralischen Waldböden Deutschlands von 1990 – 2011

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Kohlenstoffvorrat [Mg C ha^{-1}]	56,78 $\pm 3,10$	57,05 $\pm 3,11$	57,32 $\pm 3,13$	57,59 $\pm 3,14$	57,86 $\pm 3,16$	58,13 $\pm 3,17$	58,40 $\pm 3,18$	58,67 $\pm 3,20$	58,94 $\pm 3,21$	59,21 $\pm 3,23$	59,48 $\pm 3,24$
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Kohlenstoffvorrat [Mg C ha^{-1}]	59,75 $\pm 3,26$	60,02 $\pm 3,27$	60,29 $\pm 3,29$	60,56 $\pm 3,30$	60,83 $\pm 3,32$	61,10 $\pm 3,33$	61,37 $\pm 3,35$	61,64 $\pm 3,36$	61,91 $\pm 3,38$	62,18 $\pm 3,39$	62,45 $\pm 3,41$

Diese Werte bilden für das jeweilige Jahr die Grundlage für alle Berechnungen im Rahmen der Inventarerstellung.

19.5.2.2 Landnutzungskategorien Ackerland, Grünland, Feuchtgebiete, Siedlungen und Sonstiges Land

19.5.2.2.1 Allgemein zu 5.B - 5.F

In der Bodenübersichtskarte BÜK 1000 werden die Böden Deutschlands in 71 bodenkundlich charakterisierten Legendeneinheiten zusammengefasst. Diese sogenannten Leitbodenassoziationen (LBA) sind durch Leit- und Begleitbodentypen gekennzeichnet und werden durch einen flächenrepräsentativen Leitboden charakterisiert, dem ein ausgewähltes Bodenprofil zugewiesen ist. Diese Profilbeschreibungen enthalten neben deskriptiven Parametern auch Angaben zu Bodeneigenschaften, wie Humus- und Stickstoffgehalten sowie bodenphysikalischen Kennwerten (DÜWEL et al. 2007). Der den vorliegenden Berechnungen zugrunde liegende Datensatz enthält u.a. abgeleitete Lagemaße für Kohlenstoff (C_t), anorganischen Kohlenstoff (C_i), Stickstoff (N_t), Steingehalt und die Rohdichte_{trocken} sowie die Spannweite dieser Werte durch Klassenangaben nach KA 4 (AG BODEN 1994).

Der mittlere Kohlenstoffvorrat einer LBA kann aus diesen Daten durch Multiplikation des Kohlenstoffgehaltes mit der Masse des Bodens, korrigiert um Skelett- und Carbonatgehalt, berechnet werden. Zur Bestimmung der mittleren Kohlenstoffvorräte in den Mineralböden der Kategorien Ackerland, Grünland, Feuchtgebiete, Siedlungen und Sonstiges Land wurde die BÜK 1000 mit dem Basis-DLM (Kapitel 7.1.3.2.1) verschnitten. Die nutzungsspezifischen Flächendaten und die Bodeneigenschaften der BÜK 1000 (Trockenrohddichte, Skelettgehalt) wurden mit den Gehalten an organischem Kohlenstoff der BGR-Studie „Gehalte organischer Substanz in Oberböden Deutschlands: Länderübergreifende Auswertung von Punktinformationen im FISBo BGR“ (DÜWEL et al. 2007) kombiniert.

DÜWEL et al. 2007 weisen typische Gehalte an organischer Substanz (C_{org}) bzw. Humus in Oberböden Deutschlands für 15 Bodenausgangsgesteinsgruppen und 4 Klimazonen aus. Grundlage hierfür bildete die flächendeckende Auswertung der Daten von ca. 14.000 Profilen, in Abhängigkeit von der Nutzung (Acker, Grünland und Wald) und nach Klimaregion.

Zudem werden die 71 Legendeneinheiten der BÜK nach ihren pedo-lithologischen Merkmalen diesen 15 Bodenausgangsgesteinsgruppen zugewiesen (DÜWEL et al. 2007), so dass diese die Verbindung zu den Angaben der Legendeneinheiten der BÜK 1000 bilden.

19.5.2.2.2 Ackerland

Ackerland mit annuellen Kulturen

Für Ackerflächen mit annuellen Früchten führt die BGR-Studie eine Gültigkeit ihrer Werte bis 30 cm Tiefe aus. Daher konnte der Kohlenstoffgehalt aus der BGR-Arbeit auf alle Leitbodenassoziationen der BÜK 1000 übertragen werden.

Tabelle 365: Fläche [ha], mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha^{-1}] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) für Ackerflächen Deutschlands mit annuellen Kulturen

Mineralboden	Kohlenstoffvorrat [Mg C ha^{-1}]	Schranken	
		obere [%]	untere [%]
Ackerland _{annuell}	59,77	50,07	32,67

Ackerland mit perennierenden Kulturen

Bezüglich der Ackerflächen mit perennierenden Kulturen (z.B. Obstbäume, Wein) wurde davon ausgegangen, dass die Flächen nicht gepflügt werden und zu 75 % mit Gras bestanden sind. Daher wurden die Profileigenschaften der Grünlandprofile der Berechnung des mittleren Kohlenstoffvorrates zugrunde gelegt. Die Vorgehensweise ist im Kapitel 19.5.2.2.3 beschrieben. Die ermittelten Werte für diese Flächen zeigt Tabelle 366.

Tabelle 366: Fläche [ha], mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha⁻¹] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) für Ackerflächen Deutschlands mit perennierenden Kulturen

Mineralboden	Kohlenstoffvorrat [Mg C ha ⁻¹]	Schranken	
		obere [%]	untere [%]
Ackerland perennierend	72,64	68,18	46,40

Kohlenstoffvorrat Ackerland

Der mittlere Kohlenstoffvorrat für den Mineralboden in Ackerland ergibt sich durch:

$$C_{\text{Min Acker}} = \frac{(C_{\text{Acker annuell}} * A_{\text{Acker annuell}} + C_{\text{Acker perennierend}} * A_{\text{Acker perennierend}})}{A_{\text{Acker annuell}} + A_{\text{Acker perennierend}}}$$

$C_{\text{Min Acker}}$: Mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat aller mineralischen Ackerböden Deutschlands [Mg ha⁻¹]

$C_{\text{Acker annuell}}$: Mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat aller mineralischen Ackerböden Deutschlands mit annuellen Kulturen [Mg C ha⁻¹]

$C_{\text{Acker perennierend}}$: Mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat aller mineralischen Ackerböden Deutschlands mit perennierenden Kulturen [Mg C ha⁻¹]

$A_{\text{Acker annuell}}$: Mineralbodenfläche Deutschlands unter Acker mit annuellen Kulturen [ha]

$A_{\text{Acker perennierend}}$: Mineralbodenfläche Deutschlands unter Acker mit perennierenden Kulturen [ha]

Tabelle 367 zeigt den mittleren Kohlenstoffvorrat für Mineralböden unter Acker, der allen diesbezüglichen Berechnungen im Inventar zugrunde liegt.

Tabelle 367: Mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha⁻¹] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) für Ackerflächen Deutschlands

Mineralboden	Kohlenstoffvorrat [Mg C ha ⁻¹]	Schranken		Verteilungsfunktion
		obere [%]	untere [%]	
Ackerland	60,03	50,50	32,99	lognormal

19.5.2.2.3 Grünland

Die Landnutzungskategorie Grünland setzt sich aus der Subkategorie „Grünland im engeren Sinne“ und „Gehölze“ zusammen (vergleiche Kapitel 7.1.4). Die Berechnung erfolgt für beide Subkategorien aufgrund der selben Datengrundlage. Unterschiede im Kohlenstoffvorrat dieser Subkategorien bedingen sich folglich nur in der unterschiedlichen räumlichen Verteilung der Landnutzungen und somit unterschiedlichen Anteilen von Bodenausgangsgesteinsgruppen und Klimazonen.

Für Grünlandflächen führt die BGR-Studie eine Gültigkeit ihrer Werte bis 10 cm Tiefe an (DÜWEL et al. 2007). Die Bodenkohlenstoffgehalte wurden den Eigenschaften der Mineralbodenprofile der BÜK 1000 via Relation über die Bodenausgangsgesteinsgruppe folgendermaßen zugeordnet: Die Bodenkohlenstoffgehalte der BGR-Studie (DÜWEL et al. 2007) wurden dem obersten Horizont entsprechend der angegebenen Mächtigkeit zugeteilt, (maximal 10 cm Mächtigkeit); die Trockenrohdichte sowie der Skelettgehalt wurden für diese Horizonte aus der BÜK 1000 übernommen, genau wie die gesamten Eigenschaften und

Mächtigkeiten der darunter liegenden Horizonte bzw. Tiefenstufen bis 30 cm. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 368.

Tabelle 368: Mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha^{-1}] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) für Grünlandflächen Deutschlands

Mineralboden	Kohlenstoffvorrat [Mg C ha^{-1}]	Schranken		Verteilungsfunktion
		obere [%]	untere [%]	
Grünland i. e. S.	77,43	77,87	45,93	lognormal
Gehölze	73,18	83,27	42,94	lognormal

19.5.2.2.4 Terrestrische Feuchtgebiete, Siedlungen und Sonstige Flächen

Zur Bestimmung der mittleren Kohlenstoffgehalte für Mineralböden in Terrestrischen Feuchtgebieten (Feuchtgebiete ist unterteilt in Terrestrische Feuchtgebiete und Gewässer) wurde wie beim Grünland verfahren. Die Beschreibung des Verfahrens ist folglich Kapitel 19.5.2.2.3 zu entnehmen. Unterschiede im Kohlenstoffvorrat zwischen Grünland und Terrestrischen Feuchtgebieten bedingen sich wiederum nur in der räumlichen Verteilung der Kategorieflächen.

Auch den Böden unter Siedlungsflächen und Sonstigem Land wurden die Grünlandkohlenstoffgehalte in den A-Horizonten zugeteilt. Es wurde aber davon ausgegangen, dass diese Böden gestört und nicht so tief entwickelt sind wie Grünlandstandorte, so dass die Horizontierung der mittleren Leitprofile bzw. die der Forstböden übernommen wurde. Dies führt bei 44 der 71 Leitbodenprofilen zu veränderten Kohlenstoffvorräten verglichen mit dem Grünland.

Die mittleren Kohlenstoffgehalte sind in Tabelle 369 aufgeführt.

Tabelle 369: Mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha^{-1}] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) in Mineralböden unter Terrestrischen Feuchtgebieten, Siedlungen und Sonstigen Flächen

Mineralboden	Kohlenstoffvorrat [Mg C ha^{-1}]	Schranken		Verteilungsfunktion
		obere [%]	untere [%]	
Terrestrische Feuchtgebiete	73,99	52,48	43,85	lognormal
Siedlungen	58,67	84,97	45,11	lognormal
Sonstige Flächen	55,60	92,86	44,56	lognormal

Die aus diesen mittleren, nach Klimaregion, Landnutzung und Flächen gewichteten Kohlenstoffvorräten abgeleiteten Emissionsfaktoren sind in Tabelle 235 und Tabelle 236 in Kapitel 7.1.5 dargestellt, die Emissionsfaktoren mit statistischen Kennwerten zur Beschreibung der Unsicherheiten in Tabelle 283 bzw. Tabelle 288 in den Kapiteln 7.5.5 bzw. 7.6.5.

19.5.2.2.5 Unsicherheiten

Da mit Einzelprofilen keine Aussagen zur Heterogenität der Bodenparameter innerhalb der Legendeneinheiten getroffen werden können (DÜWEL et al. 2007), wurde zur Abschätzung der potentiellen Spannweite der Kohlenstoff- bzw. Stickstoffvorräte einer LBA, somit zur Bestimmung der Unsicherheit, eine jeweilige Extremkonstellation der Klassenwerte konstruiert:

LBA-Kohlenstoffvorrat_{maximum}: C_{org}-Gehalt_{maximum}, Rohdichte_{maximum}, Skelettgehalt_{minimum}

LBA-Kohlenstoffvorrat_{minimum}: C_{org}-Gehalt_{minimum}, Rohdichte_{minimum}, Skelettgehalt_{maximum}

Die Werte für die Trockenraumdichte, den Skelettgehalt sowie die Kohlenstoffgehalte der Horizonte, für die keine Werte aus der Oberbodenstudie der BGR (DÜWEL et al. 2007) vorlagen, wurden nach entsprechenden Klassenangaben aus den Leitprofilbeschreibungen der BÜK 1000 (BGR 1997) mittels der KA 4 abgeleitet.

Die so ermittelten mini- und maximalen Kohlenstoffvorräte bildeten die obere und untere Schranke und geben im Zusammenhang mit dem Lagemaß die für derartige Daten typische linkssteile Verteilung wieder.

Die Kohlenstoffgehalte der BGR-Studie (DÜWEL et al. 2007) sind mit einer deskriptiven Statistik hinterlegt. Aus dieser wurden die Werte für das 25%- bzw. 75%-Perzentil als untere und obere Schwellenwerte für den Kohlenstoffgehalt abgeleitet.

19.5.2.3 Geplante Verbesserungen

Die in den vorangegangenen Kapiteln aufgeführten Werte stellen die im Moment besten, flächendeckend verfügbaren Daten dar. Zur Verbesserung dieser Datengrundlage wurden und werden in Deutschland derzeit Großinventuren zur Ermittlung des Kohlenstoff- und Stickstoffgehalts in Mineralböden durchgeführt:

- die Bodenzustandserhebung II Wald, für alle Waldböden (Auswertung abgeschlossen) (vgl. Kapitel 7.2.8.2); die Abschlussergebnisse kamen für diese Submission erstmalig zur Anwendung
- die Bodenzustandserhebung Landwirtschaft, für Acker- und Grünlandböden (vgl. Kapitel 7.3.8)

Durch diese beiden Großinventuren werden ca. 84 % der Gesamtfläche Deutschlands erfasst, dies entspricht ca. 88 % der Mineralbodenfläche.

- Die Ergebnisse der BZE-Landwirtschaft werden schrittweise zur Bestimmung präziser Emissionsfaktoren in das LULUCF-Inventar eingearbeitet.

19.5.3 *Ableitung der Berechnungsgrößen (Emissionsfaktoren) für die Biomasse*

19.5.3.1 Perennierende Ackerkulturen

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Methodenentwicklung zur Erfassung der Biomasse mehrjährig verholzter Pflanzen außerhalb von Waldflächen“ werden landesspezifische Kohlenstoffvorräte für Obstgehölze, Wein und Weihnachtsbaumkulturen in Deutschland erhoben. Aus diesen werden sowohl für die ober- als auch die unterirdische Biomasse Kohlenstoffvorräte abgeleitet.

19.5.3.1.1 Obstbäume

Im Rahmen des oben genannten Forschungsprojektes wurden aus den zwei Hauptobstanbaugebieten Deutschlands (Altes Land, Norddeutschland und Bodenseegebiet, Süddeutschland) insgesamt 100 Obstbäume (91 Apfel-, 6 Kirsch und 3 Pflaumenbäume) unterschiedlichen Alters und Sorte destruktiv untersucht. Zusätzlich wurden an 210 lebenden Apfelbäumen folgende Parameter erhoben:

- Stammfußdurchmesser

- Brusthöhendurchmesser
- Höhe

Anhand aller erhobenen Daten konnte mittels Regression ein hochsignifikanter Zusammenhang zwischen Baumalter und mittlerem Stammdurchmesser $(=(\text{Stammfuß} + \text{Brusthöhendurchmesser})/2)$ ermittelt werden:

Gleichung 49: Regressionsgleichung zur Abschätzung des mittleren Stammdurchmessers [cm] von Apfelbäumen in Abhängigkeit vom Baumalter [a]

$$S_{mean\ Apfel} = 19,1645 * (1 - e^{(-0,0357x)})$$

S_{mean_Apfel} : Mittlerer Stammdurchmesser Apfelbaum [cm]

x: Baumalter [a]

Statistische Kennwerte:

$r^2 = 0,5855$

n = 300

p < 0,0001

Standardfehler der Schätzung = 1,4318 $\pm$ 19,72 %

Gleichung 50: Regressionsgleichung zur Abschätzung des mittleren Stammdurchmessers [cm] von Kirsch- und Pflaumenbäumen in Abhängigkeit vom Baumalter [a]

$$S_{mean\ Kirsche/Pflaume} = 53,8165 * (1 - e^{(-0,0252x)})$$

$S_{mean\_KirschePflaume}$: Mittlerer Stammdurchmesser Kirsche/Pflaume [cm]

x: Baumalter [a]

Statistische Kennwerte:

$r^2 = 0,9486$

n = 9

p < 0,0001

Standardfehler der Schätzung = 1,2963 $\pm$ 11,14 %

Mittels der Ergebnisse der destruktiven Untersuchung konnten die Masse, der Wasser- und Kohlenstoffgehalt der Obstgehölze getrennt nach den Kompartimenten oberirdische Biomasse (Stamm und Äste) und unterirdische Biomasse (Wurzeln) ermittelt werden. Die derart untersuchten Apfelbäume waren alle 6 und 9 Jahre, die Kirsch- und Pflaumenbäume 4, 12 und 14 Jahre alt.

Die Biomasse der Bäume wurde um den durch Trocknung bei 105°C gemessenen Wassergehalt korrigiert und zur Ermittlung des Kohlenstoffvorrates der Pflanzenteile bzw. der ganzen Pflanze mit dem prozentualen Kohlenstoffgehalt der Biomasse_{trocken} multipliziert.

Aus diesen Daten lassen sich hochsignifikante Beziehungen zwischen mittlerem Stammdurchmesser und Kohlenstoffvorrat der gesamten Pflanze [Gleichung 51 (Apfel); Gleichung 53 (Kirsche/Pflaume)] und der Oberirdischen Biomasse [Gleichung 52 (Apfel); Gleichung 54 (Kirsche/Pflaume)] ableiten.

Gleichung 51: Regressionsgleichung zur Abschätzung des Kohlenstoffvorrates der gesamten Biomasse von Apfelbäumen in Abhängigkeit vom mittleren Stammdurchmesser

$$\ln C_{ges\ Apfel} = -2,1774 + 1,7565 * \ln x$$

$\ln C_{ges\_Apfel}$: Logarithmus des Kohlenstoffvorrates der gesamten Apfelbaumbiomasse [kg Pflanze⁻¹]

$\ln x$: Logarithmus des mittleren Stammdurchmessers [cm]

Statistische Kennwerte:

$r^2 = 0,8011$

n = 90

p < 0,0001

Standardfehler der Schätzung = 0,1915

Gleichung 52: Regressionsgleichung zur Abschätzung des Kohlenstoffvorrates in der oberirdischen Biomasse von Apfelbäumen in Abhängigkeit vom mittleren Stammdurchmesser

$$\ln C_{above\ Apfel} = -2,7521 + 1,9533 * \ln x$$

$\ln C_{above\ Apfel}$: Logarithmus des Kohlenstoffvorrats in den oberirdischen Pflanzen [kg Pflanze⁻¹]

$\ln x$: Logarithmus des mittleren Stammdurchmessers [cm]

Statistische Kennwerte:

$$r^2 = 0,9321$$

$$n = 90$$

$$p < 0,0001$$

$$\text{Standardfehler der Schätzung} = 0,1953$$

Gleichung 53: Regressionsgleichung zur Abschätzung des Kohlenstoffvorrates der gesamten Biomasse von Kirsch- und Pflaumenbäumen in Abhängigkeit vom mittleren Stammdurchmesser

$$C_{ges\ Kirsche/Pflaume} = 0,0369 x^{2,2725}$$

$C_{ges\ Kirsche/Pflaume}$: Kohlenstoffvorrat der gesamten Kirsch-/Pflaumenbaumbiomasse [kg Pflanze⁻¹]

x : Mittlerer Stammdurchmesser Kirsche/Pflaume [cm]

Statistische Kennwerte:

$$r^2 = 0,9608$$

$$n = 9$$

$$p < 0,0001$$

$$\text{Standardfehler der Schätzung} = 1,8582 \text{ (15 \%)}$$

Gleichung 54: Regressionsgleichung zur Abschätzung des Kohlenstoffvorrates in der oberirdischen Biomasse von Kirsch- und Pflaumenbäumen in Abhängigkeit vom mittleren Stammdurchmesser

$$C_{above\ Kirsche/Pflaume} = 0,0238 x^{2,3586}$$

$C_{above\ Kirsche/Pflaume}$: Kohlenstoffvorrat der oberirdischen Kirsch-/Pflaumenbaumbiomasse [kg Pflanze⁻¹]

x : Mittlerer Stammdurchmesser Kirsche/Pflaume [cm]

Statistische Kennwerte:

$$r^2 = 0,9321$$

$$n = 9$$

$$p < 0,0001$$

$$\text{Standardfehler der Schätzung} = 2,025 \text{ (20,31 \%)}$$

Die Differenzen zwischen dem Kohlenstoffvorrat der gesamten Pflanze und ihren oberirdischen Teilen, ergibt den C-Wurzelvorrat gleichnamiger Arten (siehe Gleichung 55).

Gleichung 55: Abschätzung des Kohlenstoffvorrates in der Wurzelmasse gleichnamiger Obstgehölze

$$C_{below} = C_{ges} - C_{above}$$

C_{below} : Unterirdischer Kohlenstoffvorrat [kg Pflanze⁻¹]

C_{ges} : Kohlenstoffvorrat der gesamten Pflanze [kg Pflanze⁻¹]

C_{above} : Oberirdischer Kohlenstoffvorrat [kg Pflanze⁻¹]

Der absolute C-Vorrat aller Obstbäume Deutschlands wurde mithilfe der Ergebnisse der letzten statistischen Vollerhebung im Obstbau errechnet (STATISTISCHES BUNDESAMT 2007). Mittels dieser wurden vom statistischen Bundesamt die Stückzahlen von Apfel-, Birn-, Süß- / Sauerkirsch-, Pflaumen- / Zwetschgen-, Mirabellen- und Reneklodenbäumen in unterschiedlichen Altersklassen ermittelt, sowie die mit diesen Bäumen in der Altersklasse bestockten Flächen (siehe Tabelle 370).

Tabelle 370: Ergebnisse der letzten Obstbaumvollerhebung 2007 durch das Statistische Bundesamt (STATISTISCHES BUNDESAMT 2007)

Altersklasse	Baumobst insgesamt	Äpfel	Birnen	Süßkirschen	Sauerkirschen	Pflaumen, Zwetschen	Mirabellen, Renekloden
<1	Fläche [ha]	6.337	2.610	558	1.669	569	89
	Anzahl [n]	77.908.784	1.959.650	374.357	349.898	309.888	25.268
1-4	Fläche [ha]	1.314	1.283	30	125	9	8
	Anzahl [n]	3.493.397	3.460.242	51.926	92.723	6.720	4.372
5-9	Fläche [ha]	7.403	5.159	252	859	330	90
	Anzahl [n]	15.410.632	13.645.705	466.895	563.239	234.410	48.372
10-14	Fläche [ha]	10.606	7.275	350	783	866	146
	Anzahl [n]	19.740.123	17.334.084	581.720	458.483	579.748	63.179
15-19	Fläche [ha]	10.321	7.603	454	763	372	71
	Anzahl [n]	19.602.081	17.527.552	831.342	322.364	260.231	28.306
20-24	Fläche [ha]	8.599	5.995	338	764	791	91
	Anzahl [n]	12.899.071	11.365.689	443.150	219.989	543.127	36.217
>25	Fläche [ha]	3.333	1.837	119	519	507	66
	Anzahl [n]	3.348.345	2.569.271	126.438	143.442	351.826	26.452

Zur Ermittlung des gesamten Kohlenstoffvorrats in Obstgehölzen wurden die gemessenen bzw. durch Regression ermittelten Kohlenstoffvorräte in der ober- und unterirdischen Biomasse von Einzelbäumen einer jeden Altersklasse mit der Stückzahl multipliziert. Dabei wurden die für Apfelbäume ermittelten Werte auch den Birnen zugeteilt, die für Kirsche und Pflaume sowohl den Zwetschgen als auch den Mirabellen und Renekloden.

Die Berechnung der flächenbezogenen Emissionsfaktoren für die einzelnen Obstbaumarten erfolgte mittels Division durch die jeweils bestockte Fläche.

Tabelle 371: Flächenbezogene Kohlenstoffvorräte [Mg ha^{-1}] (Range, bzw. $\pm$ Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls) in der Biomasse von Obstgehölzen Deutschlands

Obstgehölz	Kohlenstoffvorrat [Mg ha^{-1}]			Fläche [ha]
	Bio _{above}	Bio _{below}	Bio _{total}	
Äpfel	7,50 (2,2 – 18,6)	1,21 (0,5 – 2,5)	8,70 (2,5 – 21,5)	31.762
Birnen	4,70 (1,4 – 11,7)	0,73 (0,3 – 1,5)	5,43 (1,6 – 13,4)	2.101
Süßkirschen	8,44 $\pm$ 3,87	1,47 $\pm$ 0,42	9,91 $\pm$ 3,70	5.482
Sauerkirschen	25,66 $\pm$ 11,77	4,10 $\pm$ 1,20	29,76 $\pm$ 11,12	3.444
Pflaumen/Zwetschen	13,01 $\pm$ 5,97	2,36 $\pm$ 0,69	15,37 $\pm$ 5,74	4.564
Mirabellen/Renekloden	12,46 $\pm$ 5,72	2,06 $\pm$ 0,60	14,53 $\pm$ 5,43	561

19.5.3.1.2 Weihnachtsbaumplantagen

In Deutschland werden derzeit auf ca. 14.000 – 15.000 ha Weihnachtsbäume außerhalb des Waldes, auf landwirtschaftlichen Flächen kultiviert (STATISTISCHES BUNDESAMT 2007). Bei einem durchschnittlichen Baumbesatz von 6000 Pflanzen pro ha, werden 50 t Biomasse trocken produziert (PÖPKEN 2011). Hiervon entfallen 45,6 % auf die Wurzelmasse. Dieser Wert entstammt der Übersichtsarbeit von MOKANY et al. (2006), die in ihrer Arbeit Wurzel/Spross-Verhältnisse für zahlreiche Vegetationstypen in Abhängigkeit von Biomasse, klimatischen und standortkundlichen Parametern abgeleitet haben. Diese Wurzel/Spross-Verhältnisse wurden als Default-Werte in die IPCC – Guidelines 2006 (IPCC 2006) übernommen.

Tabelle 372: Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg ha^{-1}] ($\pm$ Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls) der Weihnachtsbaumbiomasse Deutschlands

Gehölz	Kohlenstoffvorrat [Mg ha^{-1}]			Fläche [ha]
	Bio _{above}	Bio _{below}	Bio _{total}	
Weihnachtsbaum	17,3 $\pm$ 8,6	5,2 $\pm$ 2,6	22,5 $\pm$ 11,3	14.666

19.5.3.1.3 Wein

Zur Ableitung eines landesspezifischen mittleren Kohlenstoffvorrates für Weinstöcke wurden im Projekt „Methodenentwicklung zur Erfassung der Biomasse mehrjährig verholzter Pflanzen außerhalb von Waldflächen“ (PÖPKEN 2011) 74 Weinstöcke destruktiv untersucht. Die Rebstöcke waren 15 bzw. 25 Jahre alt. Ermittelt wurden die Masse sowie der Wasser- und Kohlenstoffgehalt der ober- und unterirdischen Pflanzenteile (PÖPKEN 2011). Der Kohlenstoffvorrat des Rebstocks bzw. von Pflanzenteilen errechnet sich nach Gleichung 56.

Gleichung 56: Berechnung des Kohlenstockvorrats in Weinstöcken

$$C_{vine} = C_{cont\ above} * M_{105\ Bio\ above} + C_{cont\ below} * M_{105\ Bio\ below} + M_{cut\ fresh} * WC_{\emptyset} * C_{\emptyset}$$

C_{vine} : Kohlenstoffvorrat eines Weinstocks [kg]

$C_{cont\ above}$: Kohlenstoffgehalt des Stocks [Masse-%]

$M_{105\ Bio\ above}$: Biomasse trocken des Stocks [kg]

$C_{cont\ below}$: Kohlenstoffgehalt der unterirdischen Biomasse [Masse-%]

$M_{105\ Bio\ below}$: Biomasse trocken der unterirdischen Biomasse [kg]

$M_{cut\ fresh}$: Frischgewicht des Schnittholzes pro Pflanze [kg]

Das jährliche Schnittholz wurde bei der Ermittlung der Biomasse von Weinstöcken nicht berücksichtigt, da der jährliche Zuwachs dem des Schnittes entspricht und somit ein kurzfristiges Gleichgewicht darstellt. Da das Schnittholz in der vorherigen Submission fälschlicherweise in die Berechnungen des Kohlenstoffvorrates der Biomasse von Weinstöcken einbezogen worden war, wurden diese Werte für die vorliegende Submission entsprechend korrigiert.

Da in Deutschland durchschnittlich 4000 Weinstöcke auf einem ha stocken (PÖPKEN 2011), wurden zur Berechnung des Kohlenstoffvorrats pro Flächeneinheit die C-Vorräte der einzelnen Pflanzenkompartimente bzw. der Gesamtpflanze mit 4000 multipliziert und somit die Vorräte pro ha ermittelt. Der absolute Kohlenstoffvorrat errechnet sich durch Multiplikation der Emissionsfaktoren mit der Weinanbaufläche. Die Werte können Tabelle 373 entnommen werden.

Tabelle 373: Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg ha^{-1}] ($\pm$ Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls) der Weinstockbiomasse Deutschlands

Gehölz	Kohlenstoffvorrat [Mg ha^{-1}]			Fläche [ha]
	Bio _{above}	Bio _{below}	Bio _{total}	
Wein	1,12 $\pm$ 0,06	0,54 $\pm$ 0,04	1,66 $\pm$ 0,09	102.026

19.5.3.1.4 Mittlerer Kohlenstoffvorrat in der Biomasse von perennierenden Ackerkulturen

Zur Berechnung des mittleren flächenbezogenen Kohlenstoffvorrates von Ackerlandgehölzen, wurde der absolute Kohlenstoffvorrat der einzelnen Kulturarten kompartimentweise berechnet, aufsummiert und durch die Fläche dividiert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 374 dargestellt.

Tabelle 374: Ermittlung des flächengewichteten Kohlenstoffvorrates absolut [Mg] und flächenbezogen [Mg ha⁻¹] für Ackerlandgehölze in Deutschland (KV 2 ± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)

Obstgehölze	Kohlenstoffvorrat in Mg			Kohlenstoffvorrat in Mg ha ⁻¹			ha Fläche
	Bio _{above}	Bio _{below}	Bio _{total}	Bio _{above}	Bio _{below}	Bio _{total}	
Äpfel	238.132	38.300	276.432	7,50	1,21	8,70	31.762
Birnen	9.880	1.531	11.411	4,70	0,73	5,43	2.101
Süßkirschen	46.261	8.068	54.328	8,44	1,47	9,91	5.482
Sauerkirschen	88.374	14.135	102.508	25,66	4,10	29,76	3.444
Pflaumen/ Zwetschen	59.385	10.763	70.148	13,01	2,36	15,37	4.564
Mirabellen/ Renekloden	6.992	1.158	8.150	12,46	2,06	14,53	561
Weihnachtsbaum	253.224	76.761	329.985	17,27	5,23	22,50	14.666
Wein	114.766	54.600	169.366	1,12	0,54	1,66	102.026
Summe	817.013	205.315	1.022.328				164.606
	± 367.831	± 67.349	± 432.101				
Flächengewichtete Kohlenstoffvorratsraten für Nutzgehölze (KV 2)				4,96	1,25	6,21	
				± 2,23	± 0,41	± 2,63	

Da in Deutschland perennierende Ackerkulturen immer mit Gras durchwachsen sind, berechnet sich der gesamte Biomassekohlenstoffvorrat pro Flächeneinheit für diese Flächen nach Gleichung 57:

Gleichung 57:

$$\text{C-Vorrat}_{\text{cro2}} = \text{C-Vorrat}_{\text{Obstgehölze}} + \text{Biomasse}_{\text{Grünland}} * 0,75$$

Der Faktor für die Grünlandbiomasse ergibt sich aus dem Umstand, dass nur die Flächen direkt unter den Gehölzpflanzen frei von Bewuchs gehalten werden. In Obstbaumpflanzungen und Weingärten nur zwischen den Gehölzreihen Gras wächst. Es wird der Wert für Grünland i.e.S. zugrunde gelegt. Tabelle 375 zeigt den Kohlenstoffvorrat für Flächen mit Ackerlandgehölzen.

Tabelle 375: Flächengewichteter Mischwert des Kohlenstoffvorrates [Mg ha⁻¹] für Ackerlandgehölzflächen in Deutschland (± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)

Gehölz	Kohlenstoffvorrat [Mg ha ⁻¹]		
	Bio _{above}	Bio _{below}	Bio _{total}
Ackerlandgehölzflächen	11,23 ± 2,91	8,23 ± 2,24	2,99 ± 1,31

19.5.4 Unsicherheiten

Die Bestimmung der Unsicherheiten des deutschen LULUCF-Inventars erfolgte gemäß den Vorgaben des IPCC (2000; IPCC– Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories). Bei Normalverteilung wird das 95 % Konfidenzintervall angegeben bzw. ± die Hälfte des 95 % -Konfidenzintervalls oder 1,96 x der Standardfehler in % vom Mittelwert.

Bei unsymmetrischen Verteilungen, hier in der Regel logarithmisch normalverteilte Daten, werden die Unsicherheiten in % vom Lagemaß, als obere und untere Schranke, dargestellt; in der Regel ermittelt über die Quantile ($p = 0,025$ bzw. $p = 0,975$). Bei der Unsicherheitenfortpflanzungsrechnung wurde in solch einem Fall, gemäß IPCC (2000), im Sinne einer konservativen Abschätzung, der Abstand zwischen dem Extremwert des schiefen Achsenabschnitts zum Lagemaß per definitionem zur Hälfte des 95 %-Konfidenzintervalls erklärt.

Die Ergebnisse der Unsicherheitenberechnung des deutschen LULUCF - Inventars sind für alle Pools und Subkategorien in Tabelle 376 dargestellt. Die Gesamtunsicherheit des deutschen LULUCF-Inventars beträgt demnach 17,36 % bezüglich der Höhe der Emissionen bzw. 4,95 % bezüglich des Trends. Einen wesentlichen Beitrag zu den Gesamtemissionen und der Gesamtunsicherheit im LULUCF-Inventar leistet die Landnutzungskategorie verbleibender Wald. In dieser tragen die Pools Mineralboden, Biomasse, Streu und Totholz wesentlich zur Gesamtunsicherheit bei. Den größten Beitrag leistet aufgrund der Unsicherheit des Emissionsfaktors von 65 % und CO₂-Emissionen von -10.280 Gg CO₂-eq. der Mineralboden, gefolgt von der Streu, deren Beitrag im Wesentlichen von der Höhe des Emissionsfaktors (125 %) beeinflusst wird und der Biomasse (aufgrund der absoluten Größe der Senke -16.534 Gg CO₂-eq.). Den größten Beitrag zur Gesamtunsicherheit des LULUCF-Inventars liefern die Emissionen aus den organischen Böden in den Verbleibkategorien des Ackerlandsektors und des Grünlands i.e.S., aufgrund der absoluten Höhe der Emissionen (34.088 Gg CO₂-eq.) und der Unsicherheit des Emissionsfaktors (50 %). In allen anderen Landnutzungs- und Übergangskategorien tragen lediglich noch die Unsicherheiten und Emissionen/Einbindungen in Zusammenhang mit der Biomasse aus der Subkategorie Gehölze (Grünland) deutlich zur Gesamtunsicherheit des Inventars bei. Alle anderen Pools und Kategorien haben marginalen Einfluss.

Tabelle 376: Uncertainty Calculation for the German GHG Emissions from Sector 5.A - 5.F (LULUCF)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
Source category	Pool	Gas	Base year emissions [CO ₂ - eq.]	Year 2011 emissions [CO ₂ - eq.]	Activity data	Emission factor	Combined	Combined	Type A sensitivity	Type B sensitivity	Uncertainty in	Uncertainty in	Uncertainty
					uncertainty	uncertainty	uncertainty	uncertainty			trend in	trend in	introduced
					(half the 95% confidence interval)	(half the 95% confidence interval)	(half the 95% confidence interval)	as % of total national emissions in year 2011			emissions introduced by emission factor uncertainty	emissions introduced by activity data uncertainty	into the trend in total national emissions
			[Gg a ⁻¹]	[Gg a ⁻¹]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	Mineralischer Boden	CO2	-9.905,41	-10.280,17	1,34	65,33	65,35	7,58	0,03	0,07	1,86	0,14	1,87
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	Organischer Boden	CO2	497,30	562,91	1,34	180,88	180,89	1,15	0,00	0,00	0,32	0,01	0,32
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	EF Biomasse	CO2	-63.110,69	-16.533,63	1,34	13,37	13,44	2,51	0,17	0,12	2,30	0,23	2,31
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	EF Streu	CO2	1.870,90	1.945,13	1,34	125,40	125,41	2,75	0,01	0,01	0,68	0,03	0,68
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	EF Totholz	CO2	-3.507,86	-3.647,03	1,34	60,43	60,45	2,49	0,01	0,03	0,61	0,05	0,62
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	Organischer Boden	N2O	58,30	65,99	1,34	300,00	300,00	0,22	0,00	0,00	0,06	0,00	0,06
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	Waldbrand	N2O	2,08	0,30	15,00	35,00	38,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	Waldbrand	CH4	9,08	1,32	15,00	35,00	38,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.A.2.1 Cropland converted to Forest Land	Mineralischer Boden	CO2	184,58	19,99	9,75	24,91	26,75	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02
5.A.2.1 Cropland converted to Forest Land	Organischer Boden	CO2	14,25	8,98	9,75	180,88	181,14	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.A.2.1 Cropland converted to Forest Land	EF Biomasse	CO2	-2.520,62	-1.702,80	9,75	10,52	14,34	0,28	0,00	0,01	0,01	0,17	0,17
5.A.2.1 Cropland converted to Forest Land	EF Streu	CO2	-304,76	-181,15	9,75	3,64	10,40	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02
5.A.2.1 Cropland converted to Forest Land	EF Totholz	CO2	0,00	0,00	9,75	6,12	11,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.A.2.2 Grassland i.s.s. converted to Forest Land	Mineralischer Boden	CO2	697,31	312,80	10,93	43,17	44,53	0,16	0,00	0,00	0,04	0,03	0,05
5.A.2.2 Grassland i.s.s. converted to Forest Land	Organischer Boden	CO2	23,54	13,20	10,93	180,88	181,21	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.A.2.2 Grassland i.s.s. converted to Forest Land	EF Biomasse	CO2	-2.423,24	-1.465,04	10,93	17,66	20,77	0,34	0,00	0,01	0,01	0,16	0,16
5.A.2.2 Grassland i.s.s. converted to Forest Land	EF Streu	CO2	-295,13	-156,07	10,93	3,64	11,52	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02
5.A.2.2 Grassland i.s.s. converted to Forest Land	EF Totholz	CO2	0,00	0,00	10,93	6,12	12,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.A.2.2 Woody Grassland converted to Forest Land	Mineralischer Boden	CO2	347,84	132,50	12,67	45,00	46,75	0,07	0,00	0,00	0,03	0,02	0,03
5.A.2.2 Woody Grassland converted to Forest Land	Organischer Boden	CO2	9,20	4,58	12,67	180,88	181,33	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.A.2.2 Woody Grassland converted to Forest Land	EF Biomasse	CO2	-685,28	-763,23	12,67	170,81	171,28	1,47	0,00	0,01	0,40	0,10	0,41
5.A.2.2 Woody Grassland converted to Forest Land	EF Streu	CO2	-176,68	-83,04	12,67	3,64	13,18	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
5.A.2.2 Woody Grassland converted to Forest Land	EF Totholz	CO2	0,00	0,00	12,67	6,12	14,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.A.2.3 Terr. Wetlands converted to Forest Land	Mineralischer Boden	CO2	51,29	19,22	32,93	28,57	43,59	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
5.A.2.3 Terr. Wetlands converted to Forest Land	Organischer Boden	CO2	34,37	16,45	32,93	180,88	183,86	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
5.A.2.3 Terr. Wetlands converted to Forest Land	EF Biomasse	CO2	-321,49	-203,33	32,93	120,08	124,51	0,29	0,00	0,00	0,00	0,07	0,07
5.A.2.3 Terr. Wetlands converted to Forest Land	EF Streu	CO2	-47,56	-21,48	32,93	125,40	129,65	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
5.A.2.3 Terr. Wetlands converted to Forest Land	EF Totholz	CO2	0,00	0,00	32,93	6,12	33,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.A.2.3 Waters converted to Forest Land	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	70,08	5,45	70,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.A.2.3 Waters converted to Forest Land	Organischer Boden	CO2	0,30	0,17	70,08	180,88	193,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.A.2.3 Waters converted to Forest Land	EF Biomasse	CO2	-27,36	-15,35	70,08	23,80	74,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
5.A.2.3 Waters converted to Forest Land	EF Streu	CO2	-3,06	-1,62	70,08	125,40	143,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
Source category	Pool	Gas	Base year emissions [CO ₂ - eq.]	Year 2011 emissions [CO ₂ - eq.]	Activity data	Emission factor	Combined	Combined	Type A sensitivity	Type B sensitivity	Uncertainty in	Uncertainty in	Uncertainty
					uncertainty	uncertainty	uncertainty	uncertainty			trend in	trend in	introduced
					(half the 95% confidence interval)	(half the 95% confidence interval)	(half the 95% confidence interval)	as % of total national emissions in year 2011			emissions introduced by emission factor uncertainty	emissions introduced by activity data uncertainty	into the trend in total national emissions
			[Gg a ⁻¹]	[Gg a ⁻¹]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	
5.A.2.3 Waters converted to Forest Land	EF Totholz	CO2	0,00	0,00	70,08	6,12	70,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.A.2.4 Settlements converted to Forest Land	Mineralischer Boden	CO2	58,02	-2,07	21,16	41,25	46,36	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
5.A.2.4 Settlements converted to Forest Land	Organischer Boden	CO2	5,20	3,08	21,16	180,88	182,12	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.A.2.4 Settlements converted to Forest Land	EF Biomasse	CO2	-931,81	-644,26	21,16	124,41	126,19	0,92	0,00	0,00	0,04	0,14	0,15
5.A.2.4 Settlements converted to Forest Land	EF Streu	CO2	-124,45	-69,61	21,16	125,40	127,17	0,10	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02
5.A.2.4 Settlements converted to Forest Land	EF Totholz	CO2	0,00	0,00	21,16	6,12	22,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.A.2.5 Other Land converted to Forest Land	Mineralischer Boden	CO2	0,74	-2,36	88,07	43,83	98,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.A.2.5 Other Land converted to Forest Land	Organischer Boden	CO2	0,18	0,20	88,07	180,88	201,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.A.2.5 Other Land converted to Forest Land	EF Biomasse	CO2	-45,40	-50,69	88,07	23,80	91,23	0,05	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05
5.A.2.5 Other Land converted to Forest Land	EF Streu	CO2	-5,08	-5,35	88,07	125,40	153,23	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5.A.2.5 Other Land converted to Forest Land	EF Totholz	CO2	0,00	0,00	88,07	6,12	88,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Liming			116,78	64,32	5,00	1,77	5,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.B.1 Cropland remaining Cropland	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	1,06	50,50	50,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.B.1 Cropland remaining Cropland	Organischer Boden	CO2	22.255,68	23.433,34	1,06	50,00	50,01	13,22	0,07	0,17	3,32	0,25	3,33
5.B.1 Cropland remaining Cropland	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	1,06	8,43	8,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.B.2.1 Forest Land converted to Cropland	Mineralischer Boden	CO2	-88,40	-10,79	9,75	24,91	26,75	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
5.B.2.1 Forest Land converted to Cropland	Organischer Boden	CO2	176,03	84,83	9,75	50,00	50,94	0,05	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
5.B.2.1 Forest Land converted to Cropland	EF Biomasse	CO2	459,94	15,27	9,75	30,46	31,98	0,01	0,00	0,00	0,06	0,00	0,06
5.B.2.1 Forest Land converted to Cropland	EF DOM	CO2	322,41	12,82	9,75	3,22	10,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.B.2.1 Forest Land converted to Cropland	N2O-N	N2O	0,00	0,03	9,75	83,83	84,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.B.2.2 Grasland i.s.s. converted to Cropland	Mineralischer Boden	CO2	1.245,45	1.448,37	8,30	49,10	49,79	0,81	0,00	0,01	0,23	0,12	0,26
5.B.2.2 Grasland i.s.s. converted to Cropland	Organischer Boden	CO2	1.122,86	1.305,81	8,30	50,00	50,68	0,75	0,00	0,01	0,21	0,11	0,24
5.B.2.2 Grasland i.s.s. converted to Cropland	EF Biomasse	CO2	42,62	-107,42	8,30	12,99	15,42	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02
5.B.2.2 Grasland i.s.s. converted to Cropland	N2O-N	N2O	163,07	189,64	8,30	106,35	106,67	0,23	0,00	0,00	0,07	0,02	0,07
5.B.2.2 Woody Grassland converted to Cropland	Mineralischer Boden	CO2	237,62	122,83	15,64	51,10	53,44	0,07	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02
5.B.2.2 Woody Grassland converted to Cropland	Organischer Boden	CO2	120,99	62,54	15,64	50,00	52,39	0,04	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
5.B.2.2 Woody Grassland converted to Cropland	EF Biomasse	CO2	759,56	71,98	15,64	162,84	163,59	0,13	0,00	0,00	0,48	0,01	0,48
5.B.2.2 Woody Grassland converted to Cropland	N2O-N	N2O	32,28	16,69	15,64	107,29	108,42	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.B.2.3 Terr. Wetlands converted to Cropland	Mineralischer Boden	CO2	6,74	3,33	73,09	36,76	81,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.B.2.3 Terr. Wetlands converted to Cropland	Organischer Boden	CO2	79,12	39,04	73,09	50,00	88,55	0,04	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03
5.B.2.3 Terr. Wetlands converted to Cropland	EF Biomasse	CO2	11,77	0,00	73,09	108,83	131,10	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
5.B.2.3 Terr. Wetlands converted to Cropland	N2O-N	N2O	0,73	0,36	85,51	101,25	132,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.B.2.3 Terr. Wetlands converted to Cropland	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	85,51	51,10	99,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.B.2.3 Waters converted to Cropland	Organischer Boden	CO2	3,43	3,47	85,51	50,00	99,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
Source category	Pool	Gas	Base year emissions [CO ₂ - eq.]	Year 2011 emissions [CO ₂ - eq.]	Activity data	Emission factor	Combined	Combined	Type A sensitivity	Type B sensitivity	Uncertainty in	Uncertainty in	Uncertainty
					uncertainty	uncertainty	uncertainty	uncertainty			trend in	trend in	introduced
					(half the 95% confidence interval)	(half the 95% confidence interval)	(half the 95% confidence interval)	as % of total national emissions in year 2011			emissions introduced by emission factor uncertainty	emissions introduced by activity data uncertainty	into the trend in total national emissions
			[Gg a ⁻¹]	[Gg a ⁻¹]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	
5.B.2.3 Waters converted to Cropland	EF Biomasse	CO2	-1,80	-2,76	85,51	8,43	85,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.B.2.3 Waters converted to Cropland	N2O-N	N2O	0,00	0,00	85,51	0,00	85,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.B.2.4 Settlements converted to Cropland	Mineralischer Boden	CO2	-34,37	-22,39	12,68	49,15	50,76	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.B.2.4 Settlements converted to Cropland	Organischer Boden	CO2	548,00	357,04	12,68	50,00	51,58	0,21	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05
5.B.2.4 Settlements converted to Cropland	EF Biomasse	CO2	202,79	37,10	12,68	108,85	109,58	0,05	0,00	0,00	0,07	0,00	0,07
5.B.2.4 Settlements converted to Cropland	N2O-N	N2O	0,00	0,00	12,68	0,00	12,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.B.2.5 Other Land converted to Cropland	Mineralischer Boden	CO2	-1,49	-0,67	73,58	51,78	89,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.B.2.5 Other Land converted to Cropland	Organischer Boden	CO2	6,49	2,92	73,58	50,00	88,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.B.2.5 Other Land converted to Cropland	EF Biomasse	CO2	-2,25	0,00	73,58	8,43	74,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.B.2.5 Other Land converted to Cropland	N2O-N	CO2	0,00	0,00	73,58	0,00	73,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Liming		CO2	1.158,93	1.775,87	5,00	2,95	5,80	0,12	0,01	0,01	0,02	0,09	0,09
5.C.1 Grassland i.s.s. remaining Grassland i.s.s.	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	1,78	77,87	77,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.C.1 Grassland i.s.s. remaining Grassland i.s.s.	Organischer Boden	CO2	11.169,08	10.655,03	1,78	50,00	50,03	6,01	0,03	0,08	1,27	0,19	1,28
5.C.1 Grassland i.s.s. remaining Grassland i.s.s.	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	1,78	24,51	24,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.C.2.1 Forest Land converted to Grassland i.s.s.	Mineralischer Boden	CO2	-308,94	-149,88	16,19	43,17	46,11	0,08	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03
5.C.2.1 Forest Land converted to Grassland i.s.s.	Organischer Boden	CO2	88,76	54,32	16,19	50,00	52,56	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
5.C.2.1 Forest Land converted to Grassland i.s.s.	EF Biomasse	CO2	399,92	28,32	16,19	30,68	34,69	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,05
5.C.2.1 Forest Land converted to Grassland i.s.s.	EF DOM	CO2	285,86	22,98	16,19	3,22	16,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5.C.2.2 Cropland converted to Grassland i.s.s.	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	49,10	49,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.C.2.2 Cropland converted to Grassland i.s.s.	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	50,00	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.C.2.2 Cropland converted to Grassland i.s.s.	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	0,00	12,99	12,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.C.2.25 Woody Grassland converted to Grasland i.s.s.	Mineralischer Boden	CO2	-62,52	-48,17	16,06	56,92	59,14	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
5.C.2.25 Grassland converted to Grassland i.s.s.	Organischer Boden	CO2	66,55	51,28	16,06	50,00	52,51	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
5.C.2.25 Woody Grasland converted to Grassland i.s.s.	EF Biomasse	CO2	618,78	132,90	16,06	162,74	163,53	0,25	0,00	0,00	0,31	0,02	0,31
5.C.2.3 Terr. Wetlands converted to Grassland i.s.s.	Mineralischer Boden	CO2	-4,67	-2,80	42,23	47,36	63,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.C.2.3 Terr. Wetlands converted to Grassland i.s.s.	Organischer Boden	CO2	109,53	65,62	42,23	50,00	65,45	0,05	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03
5.C.2.3 Terr. Wetlands converted to Grassland i.s.s.	EF Biomasse	CO2	32,96	3,28	42,23	108,81	116,72	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
5.C.2.3 Waters converted to Grassland i.s.s.	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	41,01	77,87	88,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.C.2.3 Waters converted to Grassland i.s.s.	Organischer Boden	CO2	12,97	20,32	41,01	50,00	64,67	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
5.C.2.3 Waters converted to Grassland i.s.s.	EF Biomasse	CO2	-7,35	-6,53	41,01	24,51	47,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.C.2.4 Settlements converted to Grassland i.s.s.	Mineralischer Boden	CO2	-372,04	-434,09	13,59	57,48	59,07	0,29	0,00	0,00	0,08	0,06	0,10
5.C.2.4 Settlements converted to Grassland i.s.s.	Organischer Boden	CO2	138,92	162,09	13,59	50,00	51,81	0,09	0,00	0,00	0,03	0,02	0,03
5.C.2.4 Settlements converted to Grassland i.s.s.	EF Biomasse	CO2	142,60	132,76	13,59	108,89	109,73	0,16	0,00	0,00	0,03	0,02	0,04
5.C.2.5 Other Land converted to Grassland i.s.s.	Mineralischer Boden	CO2	-64,19	-50,66	40,86	59,67	72,32	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
Source category	Pool	Gas	Base year emissions [CO ₂ - eq.]	Year 2011 emissions [CO ₂ - eq.]	Activity data	Emission factor	Combined	Combined	Type A sensitivity	Type B sensitivity	Uncertainty in	Uncertainty in	Uncertainty
					uncertainty	uncertainty	uncertainty	uncertainty			trend in	trend in	introduced
					(half the 95% confidence interval)	(half the 95% confidence interval)	(half the 95% confidence interval)	as % of total national emissions in year 2011			introduced by emission factor uncertainty	introduced by activity data uncertainty	into the trend in total national emissions
			[Gg a ⁻¹]	[Gg a ⁻¹]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	
5.C.2.5 Other Land converted to Grassland i.s.s.	Organischer Boden	CO2	12,72	10,04	40,86	50,00	64,57	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.C.2.5 Other Land converted to Grassland i.s.s.	EF Biomasse	CO2	-20,51	-4,90	40,86	24,51	47,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.C.1 Woody Grassland remaining Woody Grassland	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	5,80	83,27	83,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.C.1 Woody Grassland remaining Woody Grassland	Organischer Boden	CO2	33,08	36,67	5,80	180,88	180,98	0,07	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02
5.C.1 Woody Grassland remaining Woody Grassland	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	5,80	185,89	185,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.C.2.1 Forest Land converted to Woody Grassland	Mineralischer Boden	CO2	-254,26	-99,85	16,43	45,00	47,91	0,05	0,00	0,00	0,02	0,02	0,03
5.C.2.1 Forest Land converted to Woody Grassland	Organischer Boden	CO2	13,96	7,22	16,43	180,88	181,63	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.C.2.1 Forest Land converted to Woody Grassland	EF Biomasse	CO2	-174,26	-27,74	16,43	110,67	111,89	0,04	0,00	0,00	0,07	0,00	0,07
5.C.2.1 Forest Land converted to Woody Grassland	EF DOM	CO2	290,65	40,85	16,43	3,22	16,75	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
5.C.2.2 Cropland converted to Woody Grassland	Mineralischer Boden	CO2	-114,24	-269,98	20,75	51,10	55,15	0,17	0,00	0,00	0,07	0,06	0,09
5.C.2.2 Cropland converted to Woody Grassland	Organischer Boden	CO2	3,74	8,85	20,75	180,88	182,07	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
5.C.2.2 Cropland converted to Woody Grassland	EF Biomasse	CO2	-365,61	-875,67	20,75	162,84	164,16	1,62	0,00	0,01	0,75	0,18	0,78
5.C.2.25 Grassland i.s.s. converted to Woody Grassland	Mineralischer Boden	CO2	13,45	37,96	29,62	56,92	64,17	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02
5.C.2.25 Grassland i.s.s. converted to Woody Grassland	Organischer Boden	CO2	1,74	4,91	29,62	180,88	183,29	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5.C.2.25 Grassland i.s.s. converted to Woody Grassland	EF Biomasse	CO2	-132,51	-545,09	29,62	162,74	165,42	1,02	0,00	0,00	0,54	0,16	0,56
5.C.2.3 Terr. Wetlands converted to Woody Grassland	Mineralischer Boden	CO2	0,08	0,05	146,88	49,10	154,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.C.2.3 Terr. Wetlands converted to Woody Grassland	Organischer Boden	CO2	0,24	0,15	146,88	180,88	233,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.C.2.3 Terr. Wetlands converted to Woody Grassland	EF Biomasse	CO2	-2,95	-3,28	146,88	115,68	186,96	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5.C.2.3 Waters converted to Woody Grassland	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	111,14	83,27	138,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.C.2.3 Waters converted to Woody Grassland	Organischer Boden	CO2	0,15	0,16	111,14	180,88	212,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.C.2.3 Waters converted to Woody Grassland	EF Biomasse	CO2	-6,85	-22,95	111,14	185,89	216,58	0,06	0,00	0,00	0,02	0,03	0,04
5.C.2.4 Settlements converted to Woody Grassland	Mineralischer Boden	CO2	-55,65	-71,65	36,80	59,71	70,14	0,06	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03
5.C.2.4 Settlements converted to Woody Grassland	Organischer Boden	CO2	2,13	2,75	36,80	180,88	184,59	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.C.2.4 Settlements converted to Woody Grassland	EF Biomasse	CO2	-133,88	-89,93	36,80	149,05	153,52	0,16	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03
5.C.2.5 Other Land converted to Woody Grassland	Mineralischer Boden	CO2	-7,90	-7,20	89,64	62,02	109,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
5.C.2.5 Other Land converted to Woody Grassland	Organischer Boden	CO2	0,35	0,32	89,64	180,88	201,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.C.2.5 Other Land converted to Woody Grassland	EF Biomasse	CO2	-22,32	0,00	89,64	185,89	206,38	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02
5.D.1 Terr. Wetlands remaining Terr. Wetlands	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	21,00	52,48	56,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.1 Terr. Wetlands remaining Terr. Wetlands	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	21,00	38,99	44,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.1 Peat extraction remaining Peat extraction	Organischer Boden	CO2	2.044,09	2.020,67	2,82	38,99	39,09	0,89	0,01	0,01	0,20	0,06	0,21
5.D.2.1 Forest Land converted to Terr. Wetlands	Mineralischer Boden	CO2	-7,53	-3,53	79,50	28,57	84,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.1 Forest Land converted to Terr. Wetlands	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	79,50	0,00	79,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.1 Forest Land converted to Terr. Wetlands	EF Biomasse	CO2	7,56	0,00	79,50	59,66	99,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.1 Forest Land converted to Terr. Wetlands	EF DOM	CO2	10,32	0,00	79,50	3,22	79,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
Source category	Pool	Gas	Base year	Year 2011	Activity	Emission	Combined	Combined	Type A	Type B	Uncertainty in	Uncertainty in	Uncertainty
			emissions	emissions	data	factor	uncertainty	uncertainty			trend in	trend in	introduced
			[CO ₂ - eq.]	[CO ₂ - eq.]	uncertainty	uncertainty	uncertainty	as % of			national	national	into the
					(half the	(half the	(half the	total	sensitivity	sensitivity	emissions	emissions	trend in
					95%	95%	95%	national			introduced by	introduced by	total
					confidence	confidence	confidence	emissions			emission	activity data	national
					interval)	interval)	interval)	in year			factor	uncertainty	emissions
								2011			uncertainty		
			[Gg a ⁻¹]	[Gg a ⁻¹]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
5.D.2.2 Cropland converted to Terr. Wetlands	Mineralischer Boden	CO2	-3,54	-2,84	68,25	36,76	77,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.2 Cropland converted to Terr. Wetlands	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	68,25	0,00	68,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.2 Cropland converted to Terr. Wetlands	EF Biomasse	CO2	-5,12	0,00	68,25	108,83	128,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.3 Grassland i.s.s. converted to Terr. Wetlands	Mineralischer Boden	CO2	0,95	3,02	77,05	47,36	90,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.3 Grassland i.s.s. converted to Terr. Wetlands	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	77,05	0,00	77,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.3 Grassland i.s.s. converted to Terr. Wetlands	EF Biomasse	CO2	-6,88	-26,30	77,05	108,81	133,33	0,04	0,00	0,00	0,02	0,02	0,03
5.D.2.3 Woody Grassland converted to Terr. Wetlands	Mineralischer Boden	CO2	-0,08	-0,06	162,33	49,10	169,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.3 Woody Grassland converted to Terr. Wetlands	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	162,33	0,00	162,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.3 Woody Grassland converted to Terr. Wetlands	EF Biomasse	CO2	4,90	0,00	162,33	115,68	199,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.35 Wetlands 2 converted to Terr. Wetlands	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	146,69	52,48	155,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.35 Wetlands 2 converted to Terr. Wetlands	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	146,69	0,00	146,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.35 Wetlands 2 converted to Terr. Wetlands	EF Biomasse	CO2	-2,21	0,00	146,69	144,77	206,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.4 Settlements converted to Terr. Wetlands	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	47,63	47,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.4 Settlements converted to Terr. Wetlands	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.4 Settlements converted to Terr. Wetlands	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	0,00	108,55	108,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.5 Other Land converted to Terr. Wetlands	Mineralischer Boden	CO2	-0,86	-0,39	130,95	49,85	140,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.5 Other Land converted to Terr. Wetlands	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	130,95	0,00	130,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.5 Other Land converted to Terr. Wetlands	EF Biomasse	CO2	-2,94	0,00	130,95	144,77	195,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.1 Waters remaining Waters	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	6,19	0,00	6,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.1 Waters remaining Waters	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	6,19	0,00	6,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.1 Waters remaining Waters	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	6,19	0,00	6,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.1 Forest Land converted to Waters	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	49,56	5,45	49,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.1 Forest Land converted to Waters	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	49,56	0,00	49,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.1 Forest Land converted to Waters	EF Biomasse	CO2	45,95	0,00	49,56	36,62	61,62	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
5.D.2.1 Forest Land converted to Waters	EF DOM	CO2	26,55	0,00	49,56	3,22	49,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.2 Cropland converted to Waters	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	33,09	50,50	60,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.2 Cropland converted to Waters	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	33,09	0,00	33,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.2 Cropland converted to Waters	EF Biomasse	CO2	28,52	22,14	33,09	8,43	34,15	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
5.D.2.3 Grassland i.s.s. converted to Waters	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	45,12	77,87	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.3 Grassland i.s.s. converted to Waters	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	45,12	0,00	45,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.3 Grassland i.s.s. converted to Waters	EF Biomasse	CO2	13,44	35,93	45,12	24,51	51,35	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02
5.D.2.3 Woody Grassland converted to Waters	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	86,22	83,27	119,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.3 Woody Grassland converted to Waters	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	86,22	0,00	86,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.3 Woody Grassland converted to Waters	EF Biomasse	CO2	30,95	28,72	86,22	185,89	204,92	0,07	0,00	0,00	0,01	0,03	0,03

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
Source category	Pool	Gas	Base year emissions [CO ₂ - eq.]	Year 2011 emissions [CO ₂ - eq.]	Activity data	Emission factor	Combined	Combined	Type A sensitivity	Type B sensitivity	Uncertainty in	Uncertainty in	Uncertainty
					uncertainty	uncertainty	uncertainty	uncertainty			trend in	trend in	introduced
					(half the 95% confidence interval)	(half the 95% confidence interval)	(half the 95% confidence interval)	as % of total national emissions in year 2011			emissions introduced by emission factor uncertainty	emissions introduced by activity data uncertainty	into the trend in total national emissions
			[Gg a ⁻¹]	[Gg a ⁻¹]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	
5.D.2.35 Terr. Wetlands converted to Waters	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	76,95	52,48	93,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.35 Terr. Wetlands converted to Waters	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	76,95	0,00	76,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.35 Terr. Wetlands converted to Waters	EF Biomasse	CO2	8,80	0,00	76,95	144,77	163,95	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
5.D.2.4 Settlements converted to Waters	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	44,39	84,97	95,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.4 Settlements converted to Waters	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	44,39	0,00	44,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.4 Settlements converted to Waters	EF Biomasse	CO2	40,28	50,73	44,39	162,74	168,69	0,10	0,00	0,00	0,03	0,02	0,04
5.D.2.5 Other Land converted to Waters	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	197,20	92,86	217,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.5 Other Land converted to Waters	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	197,20	0,00	197,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.D.2.5 Other Land converted to Waters	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	197,20	0,00	197,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.E.1 Settlements remaining Settlements	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	2,82	84,97	85,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.E.1 Settlements remaining Settlements	Organischer Boden	CO2	1600,42	1665,33	2,82	50,00	50,08	0,94	0,00	0,01	0,23	0,05	0,24
5.E.1 Settlements remaining Settlements	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	2,82	162,74	162,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.E.2.1 Forest Land converted to Settlements	Mineralischer Boden	CO2	-39,40	3,21	22,68	41,25	47,08	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
5.E.2.1 Forest Land converted to Settlements	Organischer Boden	CO2	21,52	14,15	22,68	50,00	54,90	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.E.2.1 Forest Land converted to Settlements	EF Biomasse	CO2	194,19	56,10	22,68	54,03	58,59	0,04	0,00	0,00	0,03	0,01	0,03
5.E.2.1 Forest Land converted to Settlements	EF DOM	CO2	182,28	61,43	22,68	3,22	22,91	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
5.E.2.2 Cropland converted to Settlements	Mineralischer Boden	CO2	83,66	143,38	9,54	49,15	50,07	0,08	0,00	0,00	0,03	0,01	0,03
5.E.2.2 Cropland converted to Settlements	Organischer Boden	CO2	155,07	265,77	9,54	50,00	50,90	0,15	0,00	0,00	0,06	0,03	0,07
5.E.2.2 Cropland converted to Settlements	EF Biomasse	CO2	-460,75	-718,38	9,54	108,85	109,27	0,89	0,00	0,01	0,33	0,07	0,34
5.E.2.3 Grassland i.s.s. converted to Settlements	Mineralischer Boden	CO2	259,08	414,17	19,38	57,48	60,66	0,28	0,00	0,00	0,10	0,08	0,13
5.E.2.3 Grassland i.s.s. converted to Settlements	Organischer Boden	CO2	55,57	88,84	19,38	50,00	53,62	0,05	0,00	0,00	0,02	0,02	0,03
5.E.2.3 Grassland i.s.s. converted to Settlements	EF Biomasse	CO2	-96,53	-195,86	19,38	108,89	110,60	0,24	0,00	0,00	0,11	0,04	0,11
5.E.2.3 Woody Grassland converted to Settlements	Mineralischer Boden	CO2	37,89	61,05	41,85	59,71	72,92	0,05	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03
5.E.2.3 Woody Grassland converted to Settlements	Organischer Boden	CO2	5,87	9,46	41,85	50,00	65,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.E.2.3 Woody Grassland converted to Settlements	EF Biomasse	CO2	89,54	278,33	41,85	149,05	154,81	0,49	0,00	0,00	0,24	0,12	0,27
5.E.2.4 Terr. Wetlands converted to Settlements	Mineralischer Boden	CO2	9,23	5,14	53,21	47,63	71,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.E.2.4 Terr. Wetlands converted to Settlements	Organischer Boden	CO2	213,97	119,12	53,21	50,00	73,02	0,10	0,00	0,00	0,01	0,06	0,06
5.E.2.4 Terr. Wetlands converted to Settlements	EF Biomasse	CO2	18,36	1,63	53,21	108,55	120,89	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
5.E.2.4 Waters converted to Settlements	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	104,07	52,48	116,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.E.2.4 Waters converted to Settlements	Organischer Boden	CO2	3,20	2,26	104,07	50,00	115,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.E.2.4 Waters converted to Settlements	EF Biomasse	CO2	-10,49	-8,19	104,07	162,74	193,17	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
5.E.2.5 Other Land converted to Settlements	Mineralischer Boden	CO2	-3,00	-1,96	130,95	62,80	145,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.E.2.5 Other Land converted to Settlements	Organischer Boden	CO2	1,30	0,85	130,95	50,00	140,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.E.2.5 Other Land converted to Settlements	EF Biomasse	CO2	-13,26	-9,81	130,95	162,74	208,89	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
Source category	Pool	Gas	Base year emissions [CO ₂ - eq.]	Year 2011 emissions [CO ₂ - eq.]	Activity data	Emission factor	Combined	Combined	Type A sensitivity	Type B sensitivity	Uncertainty in	Uncertainty in	Uncertainty
					uncertainty	uncertainty	uncertainty	uncertainty			trend in	trend in	introduced
					(half the 95% confidence interval)	(half the 95% confidence interval)	(half the 95% confidence interval)	as % of total national emissions in year 2011			emissions introduced by emission factor uncertainty	emissions introduced by activity data uncertainty	into the trend in total national emissions
			[Gg a ⁻¹]	[Gg a ⁻¹]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	
5.F.1 Other Land remaining Other Land	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	24,14	0,00	24,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.F.1 Other Land remaining Other Land	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	24,14	0,00	24,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.F.1 Other Land remaining Other Land	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	24,14	0,00	24,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.F.2.1 Forest Land converted to Other Land	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.F.2.1 Forest Land converted to Other Land	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.F.2.1 Forest Land converted to Other Land	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.F.2.1 Forest Land converted to Other Land	EF DOM	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.F.2.2 Cropland converted to Other Land	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.F.2.2 Cropland converted to Other Land	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.F.2.2 Cropland converted to Other Land	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.F.2.3 Grassland i.s.s. converted to Other Land	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.F.2.3 Grassland i.s.s. converted to Other Land	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.F.2.3 Grassland i.s.s. converted to Other Land	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.F.2.3 Woody Grassland converted to Other Land	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.F.2.3 Woody Grassland converted to Other Land	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.F.2.3 Woody Grassland converted to Other Land	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.F.2.4 Terr. Wetlands converted to Other Land	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.F.2.4 Terr. Wetlands converted to Other Land	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.F.2.4 Terr. Wetlands converted to Other Land	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.F.2.4 Waters converted to Other Land	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.F.2.4 Waters converted to Other Land	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.F.2.4 Waters converted to Other Land	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.F.2.5 Settlements converted to Other Land	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.F.2.5 Settlements converted to Other Land	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.F.2.5 Settlements converted to Other Land	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe			138896,87	88634,62				17,36					4,95

19.6 Weitere detaillierte methodische Beschreibungen für die Quellkategorie Abfall und Abwasser (6)

19.6.1 Abfall (6.A)

19.6.2 Abwasser (6.B) –Angaben zur Bestimmung der Emissionsfaktoren der Abwasser- und Schlammbehandlung (6.B.2)

Es gelten die Ausführungen des Kapitels 14.6.2 im NIR 2008.

19.6.3 Bestimmung der Lachgasemissionen in der Abwasserbehandlung (6.B.2)

Es gelten die Ausführungen des Kapitels 14.6.3 im NIR 2008.

20 ANHANG 4: CO₂ REFERENZVERFAHREN UND VERGLEICH MIT DEM SEKTORANSATZ UND RELEVANTE INFORMATIONEN ZUR NATIONALEN ENERGIEBILANZ

Die Bemühungen zur Verbesserung der deutschen Treibhausgas-Emissionsberichterstattung schlossen in den vergangenen Jahren auch methodische Arbeiten am CO₂-Referenzverfahren (dem Referenzansatz) ein. Eine erste grundlegende Überarbeitung erfolgte hier im Rahmen einer durch die Prognos AG durchgeführten Studie mit dem Ziel, landesspezifische Emissionsfaktoren und Kohlenstoffgehalte (carbon contents) zu ermitteln und in die Berechnung einzubeziehen.

Das so angepasste Verfahren kam erstmals in der Submission 2008 zum Einsatz. Da die Überführung der detaillierten landesspezifischen Eingangsdaten in das strukturell wie funktionell restriktive System des CRF-Reporters (u.a. vorgegebene Brennstoffe / Brennstoffgruppen, im Falle des nicht-energetischen Verbrauchs Materialien / Materialgruppen) jedoch nicht in vollem Umfang möglich war, konnte im Hinblick auf die Vergleichbarkeit der Ergebnisse von Referenz- und Sektoralverfahren leider keine nachhaltige Verbesserung erzielt werden. Aus der erhöhten Komplexität des Verfahrens resultierten vielmehr eine verminderte Transparenz und Nachvollziehbarkeit. Mit der Submission 2012 wurden daher die landesspezifischen Emissionsfaktoren und Kohlenstoffgehalte wieder auf die default-Werte des IPCC zurückgeführt.

Seitdem wurde vor allem die Zuordnung der Aktivitätsdaten schrittweise weiter überarbeitet. Dabei konnten in erster Linie systematische Ungereimtheiten und Fehler beseitigt und das Gesamtverfahren hinsichtlich seiner Transparenz und Nachvollziehbarkeit vereinfacht und verbessert werden.

Alle genannten Schritte haben auf maximal aggregierter Ebene seitdem zwar zu einer sehr guten Übereinstimmung zwischen beiden Berechnungsansätzen geführt. Jedoch bestehen in den Substrukturen aus genannten Gründen nachwievor Abweichungen, die zwar zumindest teilweise mit landesspezifischen Besonderheiten erklärt, jedoch zum jetzigen Zeitpunkt nicht zufriedenstellend beseitigt werden können.

Das Referenzverfahren bietet damit auch in Zukunft Raum für weitere Verbesserungen, der derzeit allerdings an vielen Stellen auch durch die systemischen Vorgaben des CRF-Reporters begrenzt wird. Neben der Prüfung und Revision der für den nicht-energetischen Verbrauch genutzten landesspezifischen Kohlenstoffgehalte, die als nächste Arbeitsschritte geplant sind, würde eine größtmögliche Flexibilisierung der Datenhaltung im CRF-Reporter die Vergleichbarkeit beider Ansätze ebenfalls verbessern.

Weitere Darlegungen zum CO₂-Referenzverfahren, ein Vergleich mit dem Sektoransatz sowie relevante Informationen zur nationalen Energiebilanz finden sich im Kapitel 3.2.1.1.

21 ANHANG 5: ÜBERPRÜFUNG DER VOLLSTÄNDIGKEIT UND DER POTENTIELL NICHT ERFASSTEN QUELLEN UND SENKEN VON TREIBHAUSGASEMISSIONEN

Die folgenden zwei Tabellen enthalten die Quellen für Treibhausgase, die bisher im Treibhausgasinventar von Deutschland noch nicht berücksichtigt werden, mit einer Begründung, warum diese Quellen nicht berichtet werden. Diese Tabelle ist eine Zusammenfassung der CRF-Tabelle 9(a), in der eine detailliertere Darstellung der nicht erfassten Quellen und Senken zu finden ist. Zusätzliche Informationen finden sich in Kapitel 1.8.

Tabelle 377: Vollständigkeit - Übersicht der Quellen und Senken, deren Emissionen nicht geschätzt (not estimated, NE) werden

Quellgruppe	Treibhausgas	Erklärung
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	CH ₄	According to IPCC GPG (2003, p.1.11) countries are not required "to prepare estimates for categories contained in appendices,..." -
5.D.2 Land converted to Wetlands	CH ₄ , N ₂ O	Emissions from this source category are currently not being reported according appendix 3a.3 IPCC GPG.
5.E Settlements	CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O	
5.E.1 Settlements remaining Settlements	CH ₄ , N ₂ O	No data available
5.E.2 Land converted to Settlements	CH ₄ , N ₂ O	No data available
5 Forest Land converted to Other Land-Use Categories	CH ₄	No reliable data is available for reporting on CH ₄ , NO _x , CO, NMVOC emissions.
5 Grassland converted to Other Land-Use Categories	CH ₄	No reliable data is available for reporting on NMVOC, CH ₄ , NO _x and CO.
5.G Harvested Wood Products	CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O	According to IPCC GPG 2003 HWP do not have to be reported (p.1.11 chp.1.7).

Tabelle 378: Vollständigkeit – Übersicht der Quellen und Senken, die an anderer Stelle berichtet werden (included elsewhere, IE)

Source/sink category	GHG	Allocation used by the Party / Explanation
1.AA.2.A Iron and Steel	CO ₂	Emissions are part of the carbon balance and were reported under blast furnace gas incineration (solid fuels).
1.AA.2.B Non-Ferrous Metals	CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O	Reported in source category 1.A.2.f other, because of confidential data.
1.AA.2.C Chemicals	CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O	Reported in source category 1.A.2.f other.
1.AA.2.D Pulp, Paper and Print	CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O	Reported in source category 1.A.2.f other.
1.AA.2.E Food Processing, Beverages and Tobacco	CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O	Reported in source category 1.A.2.f other, because of confidential data.
1.AA.3.B Road Transportation	CH ₄	CH ₄ emissions from lubricants supposed to be included in corresponding emissions from liquid fuels consumed!
1.AA.3.B Road Transportation	N ₂ O	N ₂ O emissions from lubricants supposed to be included in corresponding emissions from liquid fuels consumed!
1.AA.3.C Railways	CH ₄	CH ₄ emissions from lubricants assumed to be included in corresponding emissions from liquid fuels consumed!
1.AA.3.C Railways	CO ₂	CO ₂ emissions from biodiesel are set to zero to be not included in national totals! but thus also not included in total CO ₂ from biomass!
1.AA.3.C Railways	N ₂ O	N ₂ O emissions from lubricants assumed to be included in corresponding emissions from liquid fuels consumed!
1.AA.3.D Navigation	CH ₄	CH ₄ emissions from lubricants assumed to be included in corresponding emissions from liquid fuels consumed!
1.AA.3.D Navigation	CO ₂	CO ₂ emissions from biodiesel are set to zero to be not included in national totals! but thus also not included in total CO ₂ from biomass!
1.AA.3.D Navigation	N ₂ O	N ₂ O emissions from lubricants assumed to be included in corresponding emissions from liquid fuels consumed!
1.B.1.A.2.2 Post-Mining Activities	CH ₄	considered in 1.B.1.A.2.1
1.B.1.B Solid Fuel Transformation	CO ₂	considered in 1.A.1.C
1.B.2.A.4 Refining / Storage	CO ₂	CO ₂ from flares are reported under 1.B.2.c
1.B.2.B.1 Exploration	CH ₄ , CO ₂	considered in 1.B.2.a.i
1.B.2.C.1.1 Oil	CH ₄ , CO ₂	included in 1.B.2.A.ii
1.B.2.C.1.2 Gas	CH ₄ , CO ₂	included in 1.B.2.B.iv
1.B.2.C.1.3 Combined	CH ₄ , CO ₂	included in 1.B.2.A.ii and in 1.B.2.B.iv
1.B.2.C.2.3 Combined	CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O	considered in 1.B.2.C.2.1. and 1.B.2.C.2.2.
1.C1.B Marine	CH ₄	CH ₄ emissions from lubricants assumed to be included in corresponding emissions from liquid fuels consumed!
1.C1.B Marine	N ₂ O	N ₂ O emissions from lubricants assumed to be included in corresponding emissions from liquid fuels consumed!
2.A.3 Limestone and Dolomite Use	CO ₂	allocation: 1.A.1.a, 2.A.1 and 2.A.2, 2.A.7, 2.C.1
2.A.7.2a - Ceramic production	CO ₂	see 2.A.7.2b bricks and tiles
2.C.1.2 Pig Iron	CH ₄	is considered in CRF 1.A.2
2.C.1.2 Pig Iron	CO ₂	is considered in oxygen steel
2.C.1.3 Sinter	CH ₄ , CO ₂	is considered in CRF 1.A.2
2.C.1.4 Coke	CH ₄ , CO ₂	is considered in CRF 1.A.1.c
2.F.1 Refrigeration and Air Conditioning Equipment	HFCs, PFCs	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
2.F.2 Foam Blowing	HFCs	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
2.F.3 Fire Extinguishers	HFCs	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
2.F.4 Aerosols/ Metered Dose Inhalers	HFCs	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.

Source/sink category	GHG	Allocation used by the Party / Explanation
2.F.5 Solvents	HFCs	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
2.F.7 Semiconductor Manufacture	HFCs, PFCs	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
2.F.7 Semiconductor Manufacture	SF ₆	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
2.F.8 Electrical Equipment	SF ₆	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
2.F.P2.2 In products	SF ₆	Because of wrong allocation the emissions were reallocated.
3.D.3 N ₂ O from Aerosol Cans	N ₂ O	Emissions of N ₂ O used in Aerosol cans of cream are aggregated in technical use of N ₂ O in 3.D.4 Other Use of N ₂ O.
5.A.1 C from liming forests	CO ₂	As data cannot be differentiated with regard to types of application (dolomite or lime) dolomite use is included in limestone use.
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	Carbon	Losses are included in Gains.
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	CO ₂	Due to the stock change method used for the estimation of carbon stock changes in biomass, CO ₂ -emissions are included in category 5.A. carbon stock change in biomass.
5.A.2 Land converted to Forest Land	CH ₄	Area burned under Land converted to Forest Land cannot be differentiated from Area burned reported under Forest Land remaining Forest Land, therefore it is included in the latter category.
5.A.2 Land converted to Forest Land	CO ₂ , N ₂ O	Area burned under Land converted to Forest Land cannot be differentiated from Area burned reported under Forest Land remaining Forest Land, therefore it is included in the latter category.
5.B.1 Cropland remaining Cropland	CO ₂	As data cannot be differentiated with regard to types of application (dolomite or lime) dolomite use is included in limestone use.
5.B.2.1 Forest Land converted to Cropland	N ₂ O	Reported under 4.D. (see NIR 7.3.4.4)
5.B.2.2 Grassland converted to Cropland	N ₂ O	Reported under 4.D. (see NIR 7.3.4.4)
5.B.2.3 Wetlands converted to Cropland	N ₂ O	Reported under 4.D. (see NIR 7.3.4.4)
5.B.2.5 Other Land converted to Cropland	N ₂ O	Reported under 4.D. (see NIR 7.3.4.4)
5.C.1 Grassland remaining Grassland	CO ₂	As it is not possible to distinguish between the application on Cropland and on Grassland, lime application is reported under Cropland.
5.C.1 Grassland remaining Grassland	CO ₂	As it is not possible to distinguish between the application on Cropland and on Grassland, lime application is reported under Cropland. Dolomite is included in limestone.
6.B.1 Industrial Wastewater	CH ₄	CH ₄ is generated, but it is covered or flared off. Covered CH ₄ is included in 1.A.2. Emissions from leakage are assumed to be very low - thus negligible.
6.B.2.1 Domestic and Commercial (w/o human sewage)	CH ₄	CH ₄ is generated, but it is covered or flared off. Covered CH ₄ is included in 1.A.1+2. Emissions from leakage are assumed to be very low - thus negligible.
AWACS maintenance	SF ₆	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
Car Tyres	SF ₆	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
Cement	CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O	Reported in source category 1.A.2.f other, because of confidential data.
Ceramics	CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O	Reported in source category 1.A.2.f other, because of confidential data.
Double glaze windows	SF ₆	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
Glass Wares	CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O	Reported in source category 1.A.2.f other, because of confidential data.
lime	CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O	Reported in source category 1.A.2.f other, because of confidential data.
Magnesium production	SF ₆	The confidential emissions are reported in 2G.

Source/sink category	GHG	Allocation used by the Party / Explanation
Military use	CH ₄	CH ₄ emissions from lubricants assumed to be included in corresponding emissions from liquid fuels consumed!
Military use	N ₂ O	N ₂ O emissions from lubricants assumed to be included in corresponding emissions from liquid fuels consumed!
N ₂ O for Medical Using	N ₂ O	The emissions from the production of N ₂ O for the use as Anästhetikum are included in the emissions from the use of Anästhetika in 3.D
Optical Glass Fibre	SF ₆	The confidential emissions are reported in 2G.
Other non-specified	CH ₄	is considered in steel
Other non-specified	CH ₄	
Other non-specified	N ₂ O	
Other non-specified	SF ₆	Confidential SF ₆ -emissions of the use in AWACs, Sport shoes and for Welding are reported in "Unspecified mix of HFCs" to keep confidentiality of these data.
Shoes	PFCs, SF ₆	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
Solar Technology	PFCs, SF ₆	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
Trace gas	SF ₆	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
Welding	SF ₆	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.

22 ANHANG 6: ZUSATZINFORMATIONEN ALS BESTANDTEIL DES NIR ODER ANDERE HILFREICHE REFERENZINFORMATIONEN

22.1 Zusatzinformationen zur Inventarerstellung und zum Nationalen System

22.1.1 Festlegungen im Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung

Durch das Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung haben die Staatssekretäre vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU); Bundesministerium des Innern (BMI); Bundesministerium der Verteidigung (BMVg); Bundesministerium der Finanzen (BMF); Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi); Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) die Zuständigkeiten für die Quell- und Senkengruppen sowie die notwendige Finanzierung für 2008 geregelt. Die Vereinbarung lautet:

BMU, BMI, BMVg, BMF, BMWi, BMVBS, BMELV Berlin, den 05.06.2007

Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung

Die Staatssekretäre der betroffenen Ressorts stellen zum Thema „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung nach Art. 5(1) Kyoto-Protokoll einvernehmlich fest:

1. Das Umweltbundesamt, Fachgebiet I 4.6¹³¹ „Emissionssituation“ ist die zuständige Nationale Koordinierungsstelle („single national entity“) für die Berichterstattung nach VN-Klimarahmenkonvention und Kyoto-Protokoll. Die Nationale Koordinierungsstelle ist dafür zuständig, das nationale Inventar zu erstellen, auf eine ständige Verbesserung des Inventars hinzuwirken, die am nationalen System Beteiligten zu unterstützen und die Entscheidungen des Koordinierungsausschusses vorzubereiten.
2. Für alle zu klärenden Fragen im Rahmen des Nationalen Systems sowie zur offiziellen Erörterung und Freigabe der Inventare und der nach den Artikeln 5, 7 und 8 des Kyoto-Protokolls notwendigen Berichte wird ein Koordinierungsausschuss aller betroffenen Ressorts eingerichtet, der den Prozess begleitet und insbesondere Zweifelsfragen, z.B. bei der Festlegung einzelner Emissionsfaktoren, klärt.

Insbesondere legt der Ausschuss die Hauptquell- und -senkengruppen, die Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung der Datenerhebung und -verarbeitung sowie den jährlichen Qualitätskontroll- und Qualitätssicherungsplan fest.

Soweit erforderlich kann der Ausschuss die Methoden zur Berechnung der Emissionen in den Quellgruppen und zur Berechnung des Abbaus in den Senkengruppen festlegen. Die Federführung hat BMU. Ausschusssitzungen finden statt, wenn mindestens ein Ressort die Notwendigkeit hierfür sieht. Nachgeordnete Behörden und weitere an der Erstellung der Inventare beteiligte Institutionen können nach Bedarf zu Sitzungen hinzugezogen werden.

3. Für die Erstellung des nationalen Inventars werden Daten zur Berechnung der Emissionen und des Abbaus verwendet, die nach Maßgabe der Anforderungen des Art. 3 Abs. 1 der

¹³¹ Anm. des Autors: aktuell I 2.6.

Entscheidung 280/2004/EG und des Art. 2 Abs. 1 der Durchführungsbestimmungen zur Berechnung der Emissionen in den Quell- und des Abbaus in den Senkengruppen erforderlich sind. Die Erstellung des Inventars erfolgt jährlich. Dabei ist die Durchführung einer Qualitätskontrolle nach den Anforderungen des Art. 12 der Durchführungsbestimmungen sicherzustellen. Ebenso ist eine nachweisbare Dokumentation und Archivierung erforderlich.

Bestehende Datenflüsse, etwa auf der Grundlage freiwilliger Vereinbarungen oder gesetzlicher Vorschriften sollen nicht grundlegend geändert, sondern nur ggf. vervollständigt und verbessert werden, um eine verlässliche Datengrundlage zu schaffen. Daher ist mit der Zuständigkeit nicht zwingend die Erhebung und Weitergabe von Daten verbunden. Für die Aufgabenverteilung zwischen BMU/UBA, BMVBS und BMWI wird insbesondere auf Anlage 1 verwiesen.

Die Zuständigkeiten für die Sicherstellung der Datenlieferung an die Nationale Koordinierungsstelle sowie die Qualitätskontrolle, Dokumentation und Archivierung der Daten verteilen sich wie folgt auf die Ressorts:

a) Für die Quellgruppe 1 (Energie) ist - mit Ausnahme der Quellgruppen 1.A.3 (Verkehr) und 1.A.5a (Energie: Sonstige), soweit Emittenten der Bundeswehr betroffen sind, - das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie zuständig.

b) Für die Quellgruppen 2 (Produktionsprozesse) und 3 (Verwendung von Lösemitteln und anderen Erzeugnissen) ist das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie zuständig.

c) für die Quellgruppe 1.A.3 (Verkehr) ist das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung zuständig.

d) Für die Quellgruppe 1.A.5a (Energie: Sonstige) ist, soweit Emittenten der Bundeswehr betroffen sind, das Bundesministerium für Verteidigung zuständig. Soweit Daten der Geheimhaltung unterliegen, werden vom Umweltbundesamt die Erfordernisse der Geheimhaltung berücksichtigt.

e) Für die Quell- und Senkengruppen 4 (Landwirtschaft) und 5 (Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft, ist das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz zuständig.

f) Für die Quellgruppe 6 (Abfall) und Quellgruppe 7 sowie die Treibhausgas-Emissionen aus der Verbrennung von Biomasse, ist das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zuständig.

g) Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz ist auch für die Erstellung der Tabellen im einheitlichen Berichtsformat nach Art. 2 Abs. 2 Buchstabe a der der Entscheidung 2005/166/EG (Durchführungsbestimmungen) in den Quell- und Senkengruppen 4 und 5.

Grundsätzlich sind für Durchführungsaufgaben der amtlichen Statistik einschließlich Datenlieferung, Qualitätskontrolle, Dokumentation und Archivierung der Daten die nach den einschlägigen Statistikvorschriften bestimmten Behörden zuständig. Die Zusammenarbeit der statistischen Ämter des Bundes und der Länder mit den mit der Berichterstattung befassten Stellen erfolgt durch das Statistische Bundesamt. Dabei ist die statistische Geheimhaltung sicher zu stellen.

4. Die zuständigen Ressorts klären kurzfristig, wie die anforderungsgerechte Bereitstellung der Daten dauerhaft sichergestellt wird, soweit dies nicht schon der Fall ist. Insbesondere betrifft

dies Vereinbarungen, Verordnungen oder Gesetze, die zur Institutionalisierung des Nationalen Systems erforderlich werden. Freiwillige Vereinbarungen mit Verbänden und/oder Einzelunternehmen stehen gesetzlichen Vorschriften für die Zwecke der Emissionsberichterstattung grundsätzlich gleich. Umweltbundesamt und Statistisches Bundesamt prüfen, wie im Abstimmungsgespräch am 12.09.2006 vereinbart, darüber hinaus, welche Daten aus dem amtlichen statistischen System für die Berichterstattung bereit gestellt werden können oder nach ihrer Auffassung zusätzlich über das amtliche statistische System erhoben werden sollen. Die Ressorts, UBA und Statistisches Bundesamt übermitteln ihre entsprechenden Vorschläge bis zum 15.07.2007 an das BMU.

5. Bis zum 31.07.2007 wird BMU die beteiligten Ressorts zur Abstimmung der Vorschläge und Festlegung eines Fahrplans zur Implementierung der notwendigen Instrumente einladen. Die zuständigen Ressorts bzw. die Bundesregierung werden die Etablierung der erforderlichen Instrumente schnellstmöglich veranlassen.
6. Soweit für die Wahrnehmung der unter 3. genannten Zuständigkeiten zusätzliche Mittel erforderlich sind, werden diese aus den Einnahmen des Verkaufs von AAUs finanziert, in Erweiterung der Vereinbarung der Staatssekretäre vom 22.12.2006 zu Artikel 3.4 Kyoto-Protokoll.

Hierzu wird bereits für das Haushaltsjahr 2008 ein Einnahmetitel im Einzelplan 16 eingerichtet. Die zu finanzierenden Mehrbedarfe werden nach Prüfung durch BMF als Ausgaben in den Einzelplänen der Ressorts ausgewiesen. Die Nachmeldungen der Ressorts hierzu müssen bis zum 6.6.2007 gegenüber BMF erfolgen.

Sollten über den in im Haushalt 2008 festgestellten Mehrbedarf hinaus in den kommenden Jahren zusätzliche Haushaltsmittel erforderlich sein, werden in den darauf folgenden Jahren im entsprechenden Umfang zusätzliche AAUs veräußert.

[...]

Anlage: Aufgabenverteilung zwischen BMU/UBA, BMVBS und BMWi

Zwischen BMU, BMVBS und BMWi besteht Einigkeit, dass die bisherigen Strukturen der Emissionsberichterstattung beibehalten werden sollen und UBA auch weiterhin seine bisherigen Aufgaben in den Quellgruppen 1, 1.A.3, 2 und 3 ausübt. BMVBS und BMWi stellen sicher, dass etwaige Datenlücken in den Quellgruppen, für die sie zuständig sind, geschlossen werden.

Im Einzelnen:

BMWi:

Zur Quellgruppe 1: Die Inventare in diesem Bereich werden im UBA u.a. auf Basis der Energiedaten, die der vom BMWi mit der Erstellung der Energiebilanzen beauftragte Auftragnehmer übermittelt hat, sowie auf Basis weiterer Statistiken und Verbandsangaben, erstellt.

Zur Quellgruppe 2: Die Inventare in diesem Bereich werden im UBA auf Basis von Daten erstellt, die u.a. aus der Statistik im Produzierenden Gewerbe (ProdGewStatG) sowie aus Mitteilungen von Verbänden/Einzelunternehmen stammen.

Zur Quellgruppe 3: Die Inventare in diesem Bereich werden im UBA auf Basis von Daten erstellt, die u.a. aus der Statistik im Produzierenden Gewerbe (ProdGewStatG), aus der Außenhandelsstatistik sowie aus Mitteilungen von Verbänden/Einzelunternehmen stammen.

Die bestehenden Optimierungsnotwendigkeiten werden zwischen BMWi, BMU und UBA kurzfristig geklärt. Soweit Datenoptimierungen durch Änderung bestehender Erhebungen auf Grundlage des Umweltstatistikgesetzes (UStatG) oder der 13. BImSchV erforderlich sein sollten, ist das BMU zuständig. Das UBA übernimmt die Dokumentation und Archivierung der im UBA eingehenden Daten.

BMVBS:

Zur Quellgruppe 1.A.3 (Verkehr) werden Emissionen bei UBA über das TREMOD-Modell berechnet. Für die Schließung von Lücken und für die Emissionen des internationalen Luftverkehrs stellt das BMVBS, soweit notwendig, Daten/Berechnungen zur Verfügung bzw. stellt sicher, dass diese durch Dritte zur Verfügung gestellt werden. Die Emissionen des Schiffsverkehrs können derzeit aus Daten der Energiebilanz und Default-Emissionsfaktoren berechnet werden. Das UBA übernimmt die Dokumentation und Archivierung der im UBA eingehenden Daten.

22.1.2 Zusatzinformationen zum Qualitätssystem Emission

22.1.2.1 Mindestanforderungen an ein System zur Qualitätskontrolle und –sicherung

Wie bereits im Hauptteil beschrieben werden die Anforderungen an das System zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung (QK/QS-System) und an die Maßnahmen zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung im Wesentlichen durch das Kapitel 8 der IPCC Good Practice Guidance definiert.

Aus diesen wurden von UBA „Allgemeine Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei der Treibhausgasemissionsberichterstattung“ abgeleitet (Stand November 2007), die im Folgenden wiedergegeben werden.

22.1.2.1.1 Einführung

Die Vertreter der beteiligten Ressorts im Koordinierungsausschuss des Nationalen Systems Emissionsinventare legen die in diesem Dokument beschriebenen allgemeinen Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung (QK/QS) bei der Treibhausgasemissionsberichterstattung fest. Sie werden damit Grundlage für die Erhebung, Verarbeitung, Weitergabe und Berichterstattung von allen Daten, die der THG-Berichterstattung dienen.

Diese QK/QS Mindestanforderungen müssen auf allen Ebenen der Inventarerstellung eingehalten werden. In vielen Fällen kann dabei auf existierenden Prozessen und Systemen aufgebaut werden, z. B. den Qualitätsstandards der öffentlichen Statistik. Im Anhang 1 dieses Dokuments ist exemplarisch die Umsetzung der QK/QS Mindestanforderungen und das QK/QS System im Umweltbundesamt dargestellt. Eine entsprechende Beschreibung zur Umsetzung dieser Mindestanforderungen ist von allen beteiligten Institutionen vorzunehmen, so dass sie im Rahmen der Berichterstattung 2009 mit dem Inventarbericht veröffentlicht werden kann. Auf Anfrage unterstützt das Umweltbundesamt die Ministerien bei der Erstellung der QK/QS Systeme in den jeweiligen Zuständigkeitsbereichen.

22.1.2.1.2 System zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung

Die Durchführungsbestimmungen 2005/166/EG zur Entscheidung 280/2004/EG verlangen, dass das nationale Treibhausgasinventar den QK/QS Anforderungen der IPCC good practice guidance and uncertainty management in national greenhouse gas inventories (IPCC good

practice guidance) und der *IPCC good practice guidance for land use, land-use change and forestry* (IPCC Good Practice Guidance for LULUCF) entspricht.

Um die Verbesserung der Transparenz, Konsistenz, Vergleichbarkeit, Vollständigkeit und Genauigkeit der nationalen Emissionsinventare und insbesondere die Erfüllung der Anforderungen an die „Gute Inventarpraxis“ zu gewährleisten, fordern die *IPCC Good Practice Guidance* die Einführung eines Qualitätskontroll- und Qualitätssicherungssystems. Ein QK/QS System umfasst:

- eine zuständige Stelle für die Koordinierung der QK/QS Aktivitäten
- die Entwicklung und Umsetzung eines QK/QS-Plans
- allgemeine QK Verfahren
- quellgruppenspezifische QK Verfahren
- QS Verfahren und
- Verfahren für die Berichterstattung,
- Verfahren für die Dokumentation und Archivierung

QK/QS Maßnahmen können im Konflikt zu Anforderungen an Pünktlichkeit und Kosteneffizienz stehen. Bei der Entwicklung eines QK/QS Systems sollen deshalb die vorhandenen zeitlichen, personellen und materiellen Ressourcen berücksichtigt werden. Es ist gute Praxis, höhere Anforderungen an die Datenqualität der Hauptkategorien zu stellen. Für andere Quellgruppen ist es nicht notwendig, alle quellgruppenspezifischen QK Verfahren umzusetzen. Des Weiteren sind nicht alle Maßnahmen jährlich notwendig, z.B. muss die Methodik zur Erhebung von Daten nur einmalig detailliert überprüft werden. Danach reichen periodische Kontrollen, ob die Voraussetzungen für die Anwendung der Methodik weiterhin gegeben sind. Ein weiteres Kriterium für die Anforderungen an die QK/QS Maßnahmen ist die Unsicherheit einer Angabe. Um die gesamte Unsicherheit des Inventars zu reduzieren, sollten diejenigen Quellgruppen detailliert überprüft werden, die eine hohe Unsicherheit aufweisen.

22.1.2.1.3 Zuständige Stelle für die Koordinierung der QK/QS Aktivitäten

Das Umweltbundesamt als Nationale Koordinierungsstelle ist zuständig für das QK/QS System des nationalen Treibhausgasinventars und hat dafür die Stelle des Koordinators für das Qualitätssystem Emissionen (QSE) eingerichtet. Es ist gute Praxis, dass alle an der Inventarerstellung beteiligten Unternehmen und Organisationen einen QK/QS Koordinator ernennen und dem QSE Koordinator mitteilen.

Der QK/QS Koordinator ist verantwortlich dafür, dass ein QK/QS System entwickelt und umgesetzt wird. Die Umsetzung sollte in geeigneter Weise institutionalisiert werden, z.B. durch eine Hausanweisung oder Verbändevereinbarung.

Damit die nationale Koordinierungsstelle ihre unterstützenden Aufgaben zielgerichtet wahrnehmen kann, sind dem QSE Koordinator für die Wahrnehmung der folgenden weiteren Funktionen namentlich Personen zu benennen:

Fachverantwortlicher – Zuständige Person für die Datengewinnung, Dateneingabe, Berechnung entsprechend den vorgegebenen Methoden, für die Durchführung von QK-Maßnahmen und die Erstellung des Textbeitrags für den Nationalen Inventarbericht.

Qualitätskontrollverantwortlicher - Zuständige Person für die Prüfung und Freigabe der Daten und Berichtsteile (Funktion kann vom QK/QS Koordinator mit wahrgenommen werden).

22.1.2.1.4 QK/QS Plan

Der QK/QS Plan soll die Organisation und Durchführung von QK/QS Maßnahmen sicherstellen. Er enthält eine Darstellung über alle durchzuführenden QK/QS Maßnahmen sowie den Zeitplan zur Umsetzung der Maßnahmen. Der QK/QS Plan legt die Schwerpunkte der durchzuführenden Maßnahmen fest. Kriterien für die Auswahl der Quellgruppen, die detailliert geprüft werden, sind u.a.:

- die Relevanz der Quellgruppe (Hauptkategorie ja/nein, Unsicherheiten hoch/gering)
- der Zeitpunkt und die Ergebnisse der letzten detaillierten QK/QS Maßnahme für die Quellgruppe
- Änderungen der Methodik oder der Datengrundlage
- Ergebnisse der jährlichen Inventarüberprüfung unter der Klimarahmenkonvention und dem Kyoto Protokoll
- vorhandene Ressourcen zur Durchführung der QK/QS Maßnahmen

Es ist gute Praxis, einen QK/QS Plan anzulegen und jährlich nach Ende der Inventarerstellung zu überprüfen und zu aktualisieren.

Auf der Grundlage der Ergebnisse der jährlichen Inventarüberprüfung und der Ergebnisse aus den ihr bekannten QK/QS-Maßnahmen erstellt die nationale Koordinierungsstelle für das gesamte Inventar einen Verbesserungsplan. Auf dieser Grundlage leitet sie Vorschläge für einen verbindlichen Inventar-Plan für das nächste Berichtsjahr ab, der dem Koordinierungsausschuss als Beschlussvorlage vorgelegt wird. Der QK/QS Koordinator legt gemeinsam mit dem QSE Koordinator in der Nationalen Koordinierungsstelle Verfahren und Termine fest, wie und in welchem Umfang die QK/QS-Maßnahmen der Institution in den Inventar-Plan für das Gesamtinventar Eingang finden.

22.1.2.1.5 Allgemeine Qualitätskontrolle

Nach der Definition der IPCC (Kapitel 8.1 *Good Practice Guidance*) ist die Qualitätskontrolle (QK) ein System routinemäßiger fachlicher Maßnahmen zur Messung und Kontrolle der Qualität des in Erarbeitung befindlichen Inventars.

Hierfür soll das QK-System:

- Routinemäßige und einheitliche Überprüfungen ermöglichen, um für die Integrität, Korrektheit und Vollständigkeit der Daten Sorge zu tragen;
- Fehler und Auslassungen ermitteln und beheben;
- Inventarmaterial dokumentieren und archivieren sowie alle QK-Aktivitäten aufzeichnen.

In Tabelle 8.1 der *IPCC Good Practice Guidance* ist eine vollständige Liste der allgemeinen QK-Maßnahmen dargestellt. Anforderungen an die allgemeinen QK-Verfahren nach Tier 1 lassen sich aus den in Kapitel 8.6 der *IPCC Good Practice Guidance* benannten ableiten. Typische allgemeine Qualitätskontrollmaßnahmen bei der Ermittlung der Aktivitätsrate sind die Überprüfung der Daten auf Übertragungsfehler, Überprüfung auf Vollständigkeit, Überprüfung der Formeln zur Zusammenfassung der Daten sowie Plausibilitätsprüfungen anhand von externen Datenquellen und früheren Berechnungen. Lieferanten von Emissionsberechnungen müssen zusätzliche QK-Maßnahmen durchführen, z.B. die Überprüfung der Formeln zur Berechnung der Emissionen.

Die notwendigen Qualitätskontrollen sollen in Form von Checklisten dokumentiert werden. Die Listen sollen mindestens die durchgeführte Maßnahme, das Ergebnis der Kontrolle, die ggf. umgesetzte Korrektur und den Bearbeiter enthalten. Im Anhang 2 dieses Dokuments ist exemplarisch eine Checkliste im Umweltbundesamt dargestellt.

Nicht alle Qualitätskontrollen müssen jährlich durchgeführt werden, sondern können auch periodisch umgesetzt werden. Dies gilt insbesondere für Aspekte der Datenerhebung, die sich nicht jährlich ändern. Für Hauptkategorien werden höhere Anforderungen an die Häufigkeit und Vollständigkeit der QK-Maßnahmen als für andere Quellgruppen gestellt. Es ist darauf zu achten, dass alle Quellgruppen zumindest periodisch einer detaillierten Qualitätskontrolle unterliegen.

22.1.2.1.6 Quellgruppenspezifische Qualitätskontrolle

Ergänzend zu den Tier 1 Verfahren sollten die besonders relevanten Quellgruppen (z.B. Hauptkategorien), immer unter Abwägung von Ressourcenaspekten, bei der Ermittlung von Aktivitätsraten, Emissionen und Unsicherheiten einer Qualitätskontrolle nach Tier 2 unterzogen werden (siehe Kapitel 8.7 *Good Practice Guidance*). Die Kapitel der *IPCC Good Practice Guidance* zu den einzelnen Quellgruppen (Kapitel 1-5) enthalten zusätzliche Hinweise zu quellgruppenspezifischen QK-Maßnahmen. Diese müssen bei der Erstellung des QK/QS Plans berücksichtigt werden. :

Werden zusammengefasste **Aktivitätsraten** aus Sekundärquellen verwendet, ist es gute Praxis, die QK Maßnahmen bei der Erstellung der Sekundärquellen zu evaluieren. Ist das Niveau dieser Maßnahmen ausreichend, reicht es darauf in der Dokumentation zu verweisen. Falls die Sekundärquellen den Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle nicht genügen, sollen QK/QS Kontrollen von der Institution durchgeführt werden, die die Daten verwendet. Die Ergebnisse der nachträglichen QK/QS Kontrollen sollen in die Bestimmung der Unsicherheiten der Aktivitätsraten einfließen. Des Weiteren sollen, soweit möglich, verschiedene Quellen verglichen werden, um die Güte der Daten zu ermitteln.

Bei der Verwendung von anlagenspezifischen Aktivitätsdaten ist es gute Praxis, die Methodik und den QK/QS Standard bei der Datenermittlung zu überprüfen. Sollten diese nicht den Mindestanforderungen genügen, soll die Verwendung der Daten grundsätzlich überdacht und ggf. die Unsicherheitsangaben angepasst werden.

Bei **Emissionsdaten** gehört es zur guten Praxis, die verwendeten Emissionsfaktoren zu überprüfen. Dazu gehört die Verwendung von nationalen Emissionsfaktoren für Hauptkategorien und die Überprüfung der Gültigkeit der IPCC Standardfaktoren unter nationalen Gegebenheiten. Werden Emissionen durch direkte Messung ermittelt ist es gute Praxis, die Messmethoden und verwendeten Qualitätsstandards zu überprüfen. Emissionsdaten und Emissionsfaktoren sollen mit Daten der Vorjahre sowie unabhängigen Quellen überprüft und Abweichungen erklärt werden.

Die **Qualitätskontrolle** der Unsicherheiten umfasst die Überprüfung, ob die Berechnung frei von Fehlern ist und die Dokumentation zur Reproduktion der Ergebnisse ausreichend ist. Bei der Verwendung von Expertenschätzungen soll die Qualifikation der Experten und die Methodik zur Schätzung überprüft und dokumentiert werden.

22.1.2.1.7 Verfahren zur Qualitätssicherung

Während das Ziel der Qualitätskontrolle hauptsächlich die korrekte Anwendung einer Methodik ist, soll bei der Qualitätssicherung die Methodik als solche untersucht und ggf. verbessert werden.

Nach der Definition der IPCC (Kapitel 8.1 *Good Practice Guidance*) beruhen die Maßnahmen der **Qualitätssicherung** (QS) *„auf einem planvollen System von Überprüfungen durch Personen, die nicht unmittelbar an der Erarbeitung des Inventars mitwirkten. Solche Überprüfungen – am besten durch unabhängige Dritte – sollten an einem fertig gestellten Inventar nach Realisierung von QK-Prozeduren erfolgen. Durch sie wird:*

- verifiziert, dass die Kriterien der Datenqualität erfüllt wurden,
- dafür Sorge getragen, dass das Inventar die bestmöglichen Schätzungen von Emissionen und Senken auf der Grundlage des neuesten Standes der Wissenschaft und der verfügbaren Daten berücksichtigt, und
- die Effizienz des QK-Systems gefördert“.

Das geforderte Instrument der Qualitätssicherung sind Peer Reviews. Die Durchführung von Audits wird angeregt, stellt aber keine verbindliche Anforderung dar.

22.1.2.1.8 Verfahren zur Berichterstattung

Die Einleitung, Koordinierung und Gesamtorganisation der Berichterstattung erfolgt durch die Nationale Koordinierungsstelle. Zuarbeiten von Datenteilen oder Berichten durch Dritte erfolgen unter Beachtung der Vereinbarungen über Umfang Form und Zeitpunkt dieser Zuarbeit.

22.1.2.1.9 Dokumentation und Archivierung

Es besteht die generelle Pflicht alle Daten und Informationen zur Inventarberechnung für jedes Berichtsjahr zu dokumentieren und zu archivieren. Die Dokumentation soll es ermöglichen, die Emissionsberechnung vollständig nachzuvollziehen. Die allgemeinen Anforderungen an die Dokumentation und Archivierung für den gesamten Prozess der Erstellung von Treibhausgasinventaren ergeben sich aus Kapitel 8.10.1 der *IPCC Good Practice Guidance*.

Die Datenlieferanten haben die Pflicht, die folgenden Informationen zu den an das UBA gelieferten Daten für die Inventarberechnungen zu dokumentieren:

Lieferanten von Daten:

- Veröffentlichung / Quelle der Aktivitätsdaten mit detailliertem Verweis auf entsprechende Tabellennummern und -bezeichnungen und Seiten der Originalquellen;
- Erhebungsinhalte (Definitionen der erhobenen Merkmale, Abschneidegrenzen, Erhebungseinheiten) und Erhebungsmethodik;
- Rechtsgrundlagen, Verordnungen, auf denen die Erhebung basiert;
- Zeitliche und räumliche Vergleichbarkeit zu Vorjahresdaten, Veränderungen hinsichtlich Definitionen, Geltungsbereichen, Abschneidegrenzen, Quellen von Aktivitätsraten oder der Methodik der Datengewinnung;
- Revisionen von bereits veröffentlichten Daten;

- Genauigkeit bzw. quantitative Fehlerangabe der Aktivitätsdaten, Methodik der Fehlerschätzung und Benennung der Experten, welche die Fehlerschätzung vorgenommen haben.
- Geheimhaltung und Datenschutz: Dokumentation falls Einzelangaben als geheim gelten.

Diese Dokumentation soll dem UBA jährlich zusammen mit den Daten zur Verfügung gestellt werden und wird vom UBA zentral archiviert.

Qualitätskontrolle

Im Rahmen der Qualitätskontrolle soll die Dokumentation zuständige und durchführende Mitarbeiter, Art, Datum und Ergebnisse der Qualitätskontrollen sowie Korrekturen und Modifikationen, die durch die Qualitätskontrollen ausgelöst wurden, erfassen. Die Dokumentation und Archivierung der Qualitätskontrollen erfolgt intern durch die Daten liefernde Einrichtung. Eine allgemeine Beschreibung der regelmäßig durchgeführten Qualitätskontrollen wird dem UBA für den nationale Inventarbericht und die Inventarüberprüfung zur Verfügung gestellt.

Lieferanten von Emissionsberechnungen

Für Lieferanten von Emissionsberechnungen umfassen die Mindestanforderungen zur Dokumentation zusätzlich die folgenden Bestandteile:

- Beschreibung der Berechnungsmethodik und Begründung der Wahl der Methode;
- Annahmen und Kriterien zu Auswahl von Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren;
- Dokumentation der Emissionsfaktoren und deren Quellen mit detaillierten Verweis auf entsprechende Nummern und Seiten der Originalquellen;
- Berechnungsmodelle;
- Berechnungsdateien, Berechnungssoftware.

Punkte 1-4 werden im Rahmen der gelieferten Beschreibungen für den nationalen Inventarbericht dokumentiert und archiviert. Für Berechnungsmodelle ist eine gesonderte Dokumentation der Modelle entsprechend allgemeiner wissenschaftlichen Praxis erforderlich sowie eine interne Dokumentation in Form von Handbüchern oder Anleitungen. Die Dokumentation und Archivierung der Berechnungsdateien oder Berechnungssoftware erfolgt intern beim Datenlieferanten. Diese sollen dem UBA zur Verfügung gestellt werden, falls dies im Rahmen der Inventarüberprüfung gefordert wird.

Qualitätssicherung

Lieferanten von Emissionsberechnungen sind neben Maßnahmen zur Qualitätskontrolle auch zur Qualitätssicherung verpflichtet. Im Rahmen der Qualitätssicherung soll die Dokumentation die zuständigen und durchführenden Mitarbeiter, Art, Datum und Ergebnisse der Qualitätssicherung sowie Korrekturen und Modifikationen, die durch die Qualitätssicherung ausgelöst wurden, erfassen. Darüber hinaus sollen quellgruppenspezifische Qualitätskontrollen dokumentiert werden.

Die Dokumentation und Archivierung der Qualitätssicherung erfolgt intern durch die Daten liefernde Einrichtung, sowie durch eine Zusammenfassung der Sicherungsmaßnahmen im nationalen Inventarbericht.

Vertrauliche Daten / Geheimhaltung

Generell sind vertrauliche Daten bei der Übermittlung als solche zu kennzeichnen, damit bei ihrer Verwendung entsprechende Vorkehrungen getroffen werden.

Im Rahmen der Inventarüberprüfung besteht eine generelle Pflicht, vertrauliche Daten offen zu legen, falls dies im Rahmen der Inventarüberprüfung aus Gründen der Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Emissionsberechnungen von den Inventarprüfern für erforderlich gehalten wird. Inwieweit dies tatsächlich die Offenlegung von Einzelangaben berührt, soll im Einzelfall mit der Daten liefernden Einrichtung geklärt werden.

22.1.2.1.10 Anlage 1: Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei der Emissionsberichterstattung im Umweltbundesamt**22.1.2.1.10.1 Einführung**

Die vom Koordinierungsausschuss des Nationalen Systems Emissionsinventare beschlossenen allgemeinen Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung (QK/QS) bei der Treibhausgasemissionsberichterstattung gelten für alle Beteiligten. Sie sind Grundlage für die Erhebung, Verarbeitung, Weitergabe und Berichterstattung von allen Daten, die der THG-Berichterstattung dienen und damit auch verbindlich für alle Arbeitseinheiten, die im Umweltbundesamt an der Erfüllung dieser Aufgabe mitwirken.

22.1.2.1.10.2 System zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung

Über die vom Koordinierungsausschuss des Nationalen Systems Emissionsinventare beschlossenen allgemeinen Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung (QK/QS) bei der Treibhausgasemissionsberichterstattung gelten im Umweltbundesamt die konkreten Festlegungen der Hausanordnung Nr. 11/2005, die das im QSE-Handbuch festgelegte Verfahren für alle an der Emissionsberichterstattung Beteiligten des UBA verbindlich vorschreibt (Geschäftsordnung des Umweltbundesamtes, Band II, Ziffer XV).

Die Anforderungen von Kapitel 8 der IPCC *Good Practice Guidance* sind über die Hausanordnung vollständig umgesetzt. Für eine effektive Erfassung und Durchführung von Maßnahmen zur kontinuierlichen Inventarverbesserung wurden geeignete UBA-spezifische Instrumente etabliert (Verbesserungsplan und Inventarplan, siehe unter 22.1.2.1.10.3). Im Ergebnis wurde das Qualitätssystem Emissionsinventare (QSE) entwickelt, dass die in Kapitel 22.1.2.1.2 benannten Punkte implementiert hat.

22.1.2.1.10.2.1 Zuständige Stelle für die Koordinierung der QK/QS Aktivitäten im UBA

Hausanordnung Nr. 11/2005 regelt, dass das Fachgebiet *Emissionssituation* (FG I 2.6) "Nationale Koordinierungsstelle" im UBA ist. Diese Zuständigkeit ist in der Organisationsübersicht des UBA unter der Rubrik: „Kontaktstellen internationaler Organisationen“ ausgewiesen und von den relevanten Ministerien durch einen Staatssekretärsbeschluss vom 05.06.2007 bestätigt worden.

Die Rollen und Verantwortlichkeiten der Nationalen Koordinierungsstelle und der an der Emissionsberichterstattung beteiligten Fachgebiete ergeben sich aus Kapitel 3.2 "Rollen und

Verantwortlichkeiten" des QSE-Handbuchs. Die Fortschreibung und Pflege des QSE-Handbuchs und dessen Anhänge und Anlagen obliegt der Nationalen Koordinierungsstelle unter Einbeziehung der durch die Fachabteilungen benannten Ansprechpartner/innen. Die auf der Intranetseite der Nationalen Koordinierungsstelle veröffentlichte Version des QSE-Handbuchs und der mitgeltenden Unterlagen ist verbindlich.

22.1.2.1.10.2.2 Verfahren zur Berichterstattung

Komplexe Tätigkeiten sind im Allgemeinen dadurch gekennzeichnet, dass am Ende des Durchlaufens einer Vielzahl von unterschiedlichen, aber miteinander in Verbindung stehenden und aufeinander aufbauenden Tätigkeiten (Prozessen), ein Produkt erzeugt wird. Für ein erfolgreiches Management dieser Prozesse ist es wichtig, sich dieser existierenden oder zu schaffenden Prozessabläufe bewusst zu werden und sie auf eine logische, der Realität entsprechende Weise zu beschreiben (Tätigkeiten, Abhängigkeiten, Verantwortlichkeiten, Zuständigkeiten u.v.m.) und in Verbindung zu setzen.

In der Praxis lassen sich die Abläufe komplexer Prozesse nicht widerspruchsfrei in die hierarchisch geprägten, traditionellen Strukturen von Unternehmen und Institutionen einpassen. Sie laufen diesen oft diametral entgegen, da sie meist Organisationseinheiten übergreifend gelagert sind. Eine an der Erstellung des Produkts orientierte Organisation von zusammenhängenden Arbeitsprozessen erfordert es, dass man sich von starren Hierarchiestrukturen löst und die Arbeitsprozesse mit dem Ziel der Verbesserung neu definiert.

Die Emissionsberichterstattung wurde daher zunächst als ein Prozess beschrieben, bei dem über mehrere miteinander verbundene Tätigkeiten am Ende ein Produkt (NIR und Inventare) entsteht (siehe Abbildung 82) Weiterführende Informationen finden sich im QSE-Handbuch Kapitel 4.3.

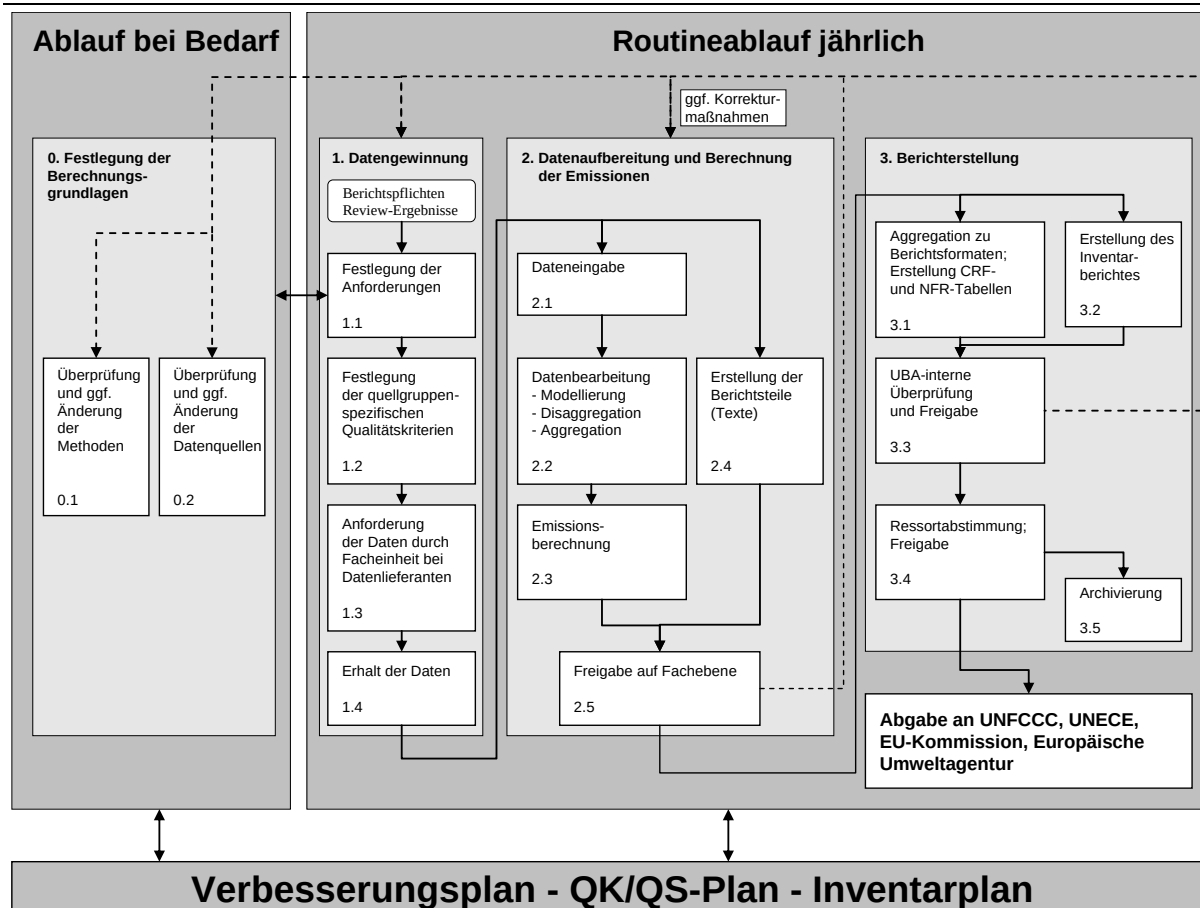


Abbildung 82: Übersicht zum gesamten Prozess der Emissionsberichterstattung

Den innerhalb der abgebildeten Haupt- und Teilprozesse ablaufenden Tätigkeiten wurden über ein Rollenkonzept entsprechende Zuständigkeiten zugeordnet, die diese Prozesse durchführen/ausführen. Beispielsweise arbeiten viele Mitarbeiter in unterschiedlichen Arbeitseinheiten und Quellgruppen, führen dort aber im Wesentlichen die gleichen Tätigkeiten aus. Dies führte zur Entwicklung einer Personengruppe (Rolle; z.B. Fachverantwortliche). Dieser muss eine weitere Personengruppe (Rolle) nachgeordnet sein, die sicherstellt, dass die Anforderungen, die die erste Gruppe bei Ihrer Arbeit zu beachten und zu erfüllen hat, auch erreicht worden sind (z.B. Fachlicher Ansprechpartner). Des Weiteren wurde gemäß den Anforderungen des IPCC (siehe Kapitel 22.1.2.1.2) ein Koordinator für das QSE bestellt, damit sichergestellt wird, dass das System weiterentwickelt wird.

Im Ganzen wurde ein umfassendes Rollenkonzept entwickelt, das den vielfältigen Anforderungen Rechnung trägt, die dem UBA aus seiner Aufgabe als Nationale Koordinierungsstelle erwachsen. Hierzu gehören folgende Rollen:

1. Fachverantwortlicher auf operativer Ebene (FV)

- Wesentliche Zuständigkeiten: Datengewinnung, Dateneingabe und Berechnung entsprechend den vorgegebenen Methoden, Durchführung von QK-Maßnahmen, Erstellen des NIR-Textes.

2. QK-Verantwortlicher (QKV)

- Ist Vorgesetzter des FV

- Wesentliche Zuständigkeiten: Prüfung und Freigabe der Daten und Berichtsteile

3. Fachliche Ansprechpartner (FAP)

- Mitarbeiter der Nationalen Koordinierungsstelle
- Wesentliche Zuständigkeiten: Quellgruppenspezifische Betreuung der fachlich Zuarbeitenden (Inventararbeit und Berichterstellung) und Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung in den zugehörigen Quellgruppen in NIR und ZSE.

4. Berichtskoordinator (NIRK)

- Mitarbeiter der Nationalen Koordinierungsstelle
- Wesentliche Zuständigkeiten: Koordination von textlichen Zuarbeiten, Erstellung des NIR aus den einzelnen Zulieferungen, übergreifende QK und QS für den NIR

5. ZSE-Koordinator (ZSEK)

- Mitarbeiter der Nationalen Koordinierungsstelle
- Wesentliche Zuständigkeiten: Wartung der Datenbanken, Emissionsberechnung und Aggregation, Übergreifende QK und QS bei Eingabe und Berechnung des Inventars

6. QSE-Koordinator (QSEK)

- Mitarbeiter der Nationalen Koordinierungsstelle
- Wesentliche Zuständigkeiten: Aufrechterhaltung und Fortentwicklung des QSE (System, Checklisten, Verbesserungsplan, Inventarplan, QK/QS-Plan und QSE-Handbuch)

7. NaSE-Koordinator (NaSEK)

- Mitarbeiter der Nationalen Koordinierungsstelle
- Wesentliche Zuständigkeiten: termingerechte und anforderungskonforme Berichterstattung, Einbindung nationaler Institutionen, Festlegung/Dokumentation von rechtlichen Vereinbarungen

Die oben erläuterten Rollen haben i.d.R. Aufgaben in mehreren Haupt- und Teilprozessen der Emissionsberichterstattung.

22.1.2.1.10.3 QK-Plan, QS-Plan und Inventarplan

Um zu gewährleisten, dass alle Verbesserungspotentiale, die im Zuge der Inventararbeiten ermittelt werden, einer systematischen Umsetzung zugeführt werden können, ist es unerlässlich diese zunächst auf koordinierte Weise zusammenzutragen. Dabei sind die erkannten Verbesserungspotentiale mit allen Informationen zu versehen (Herkunft des Verbesserungspotentials, Quellgruppe, Zuständigkeit, Priorität, etc.), die für eine zielgerichtete Weiterverwendung notwendig sind. Aufbauend auf diesen grundlegenden Informationen sind Festlegungen zur Umsetzung der erkannten Verbesserungspotentiale zu treffen (Handlungsbedarf/Korrekturmaßnahme, Terminsetzungen, etc.).

Zur Steuerung und Dokumentation im Rahmen des NaSE und des QSE (siehe Abbildung 83) wurden Verfahren festgelegt, wie die ermittelten Verbesserungspotentiale für das systematische Management der Verbesserungspotentiale aufbereitet und weiterverwendet

werden sollen. Ziel ist es, die zentralen Fragen, WER, WAS, WIE, WANN und WARUM tun soll, zu beantworten:

WER: Gibt den Bezug zum Rollenkonzept: zuständig ist eine bestimmte Person xy mit der Rolle z.B. Fachverantwortlicher (FV)

WAS: Gibt den Bezug zum Objekt, das verbessert soll, z.B. Verbesserung der CO₂-Berechnung in Quellgruppe xy

WIE: Gibt den Bezug zum Ziel, das erreicht werden soll, z.B. durch Erreichen einer bestimmten Verbesserung laut Inventarplan oder Checkliste.

WANN: Gibt den Bezug zum Zeitpunkt, bis zu dem die Verbesserung laut Inventarplan durchgeführt sein muss

WARUM: Gibt den Bezug zum Ursprung der notwendigen Handlung, z.B. aufgrund einer Empfehlung aus dem Überprüfungsprozess der UNFCCC

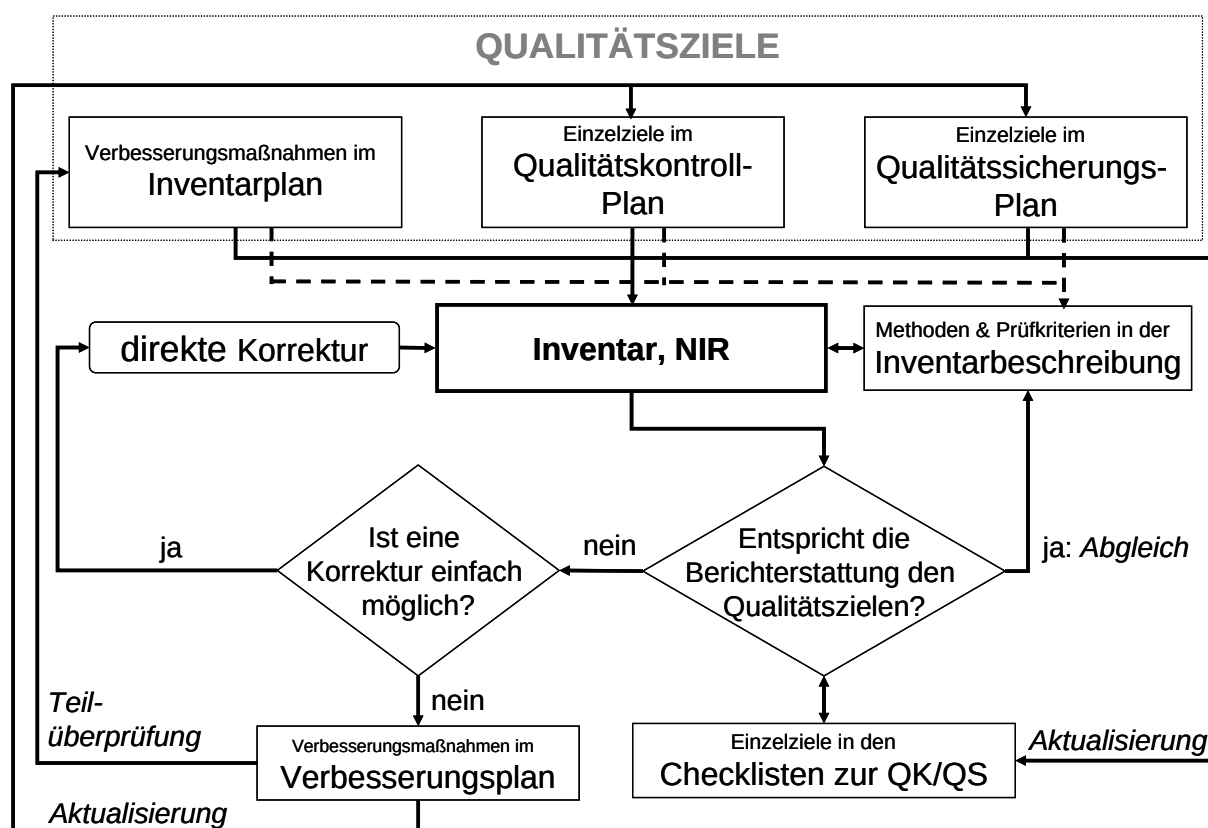


Abbildung 83: Steuerung und Dokumentation im Rahmen des NaSE und des QSE

Die **Qualitätsziele** wurden den allgemeinen Qualitätszielen der *IPCC Good Practice Guidance* entnommen (Transparenz, Konsistenz, Genauigkeit, Vergleichbarkeit, Vollständigkeit). Darüber hinaus sind für die einzelnen Quellgruppen operative Einzelziele zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung aus dem Vergleich zwischen den Anforderungen aus den *IPCC Good Practice Guidance*, den Ergebnissen der unabhängigen Inventarüberprüfungen (UNFCCC und EU) und der Inventarrealität abgeleitet worden.

In einem **Verbesserungsplan** werden alle Verbesserungsmöglichkeiten beziehungsweise Beanstandungen aus den Ergebnissen der unabhängigen Inventarüberprüfungen, gesammelt und mit möglichen Korrekturmaßnahmen hinterlegt. Sie werden durch die Nationale Koordinierungsstelle kategorisiert, mit Prioritäten versehen und in Rücksprache mit

den Fachverantwortlichen teilweise in den **Inventarplan** überführt. Dort werden sie mit Terminen und Verantwortlichkeiten hinterlegt. Der Inventarplan durchläuft als Anhang des NIR einen Abstimmungs- und Freigabeprozess im UBA und im Koordinierungsausschuss und stellt somit ein verbindliches Vorgabedokument für die zukünftig umzusetzenden Verbesserungsmaßnahmen dar.

Um die Kontrolle und Durchführung von Maßnahmen zur Inventarverbesserung transparent und effektiv zu steuern, sind sie nach Maßgabe der IPCC *Good Practice Guidance* (Kapitel 8.5) im **Qualitätskontrollplan/Qualitätssicherungsplan (QK/QS-Plan)** rollenspezifisch sowie gegebenenfalls quellgruppenspezifisch vorgegeben. Der QK-Plan bezieht sich ausschließlich auf die Ziele der Qualitätskontrolle des Inventars. Im QS-Plan können die Ziele der Qualitätssicherung das Inventar, den Prozess der Berichterstattung oder das QSE selbst zum Gegenstand haben. Weiterhin erfolgt im Qualitätssicherungsplan die zeitliche Planung von Qualitätssicherungsmaßnahmen, die durch externe Dritte vorgenommen werden.

In den **Checklisten zur Qualitätskontrolle und zur Qualitätssicherung** sind entsprechend den Qualitätskontroll- und Qualitätssicherungsplänen alle Einzelziele im Prozess der Emissionsberichterstattung aufgeführt. Die Checklisten werden allen für Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung verantwortlichen Akteuren zur Verfügung gestellt und sollen die Kontrolle der Erreichung der Einzelziele erleichtern. In den Checklisten wird die Durchführung von Maßnahmen zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung dokumentiert. Sofern Einzelziele nicht erreicht werden und keine direkte Korrektur möglich ist, hat ein Eintrag in den Verbesserungsplan (siehe oben) zu erfolgen.

22.1.2.1.10.4 Verfahren zur allgemeinen und quellgruppenspezifischen Qualitätskontrolle

Aus den Anforderungen der IPCC *Good Practice Guidance* hat das Umweltbundesamt ein Checklistenkonzept entwickelt, in dem die Qualitätsanforderungen als konkrete Ziele formuliert wurden. Diese Einzelziele gilt es, zu erreichen. Die Zielerreichung wird in den Checklisten eingetragen und dokumentiert. Es sind Einträge von Ja (Ziel ist erreicht), über „Trifft nicht zu“ (Zielformulierung korrespondiert nicht mit der speziellen Situation der Quellgruppe; nur sehr selten als Antwort möglich) bis hin zu „Nein“ (Ziel konnte nicht erreicht werden) möglich.

Die Checklisten bestehen aus einem allgemeinen Teil, der die gesamten Tier 1 QK-Anforderungen der IPCC *Good Practice Guidance* reflektiert und mit jeder Berichterstattung durchgeführt wird. Zusätzlich beinhalten die Checklisten einen quellgruppenspezifischen Teil (Tier 2), der konkrete Zielvorgaben für den Bereich der Hauptkategorien macht.

Checklisten gibt es für die ersten fünf Rollen des Rollenkonzepts. In dem Maße, wie die verschiedenen Rollen für verschiedene Haupt- und Teilprozesse der Emissionsberichterstattung zuständig sind (vergleiche Kapitel 22.1.2.1.10.2.2), beziehen sich auch die Checklisten überwiegend auf mehrere Haupt- und Teilprozesse der Emissionsberichterstattung. Sie stellen somit einen Querschnitt durch die Emissionsberichterstattung her. Hierbei ist für die Checklisten der FV und der FAP eine gemeinsame Grundgesamtheit der zu erreichenden Ziele vorgesehen. Da die FAP dafür zuständig sind, die Arbeiten der FV zu prüfen, lässt sich dies am besten gewährleisten, wenn sich beide an gleichen Zielen orientieren müssen.

22.1.2.1.10.5 Verfahren zur Qualitätssicherung

Bereits mit dem Rollenkonzept sind die Verfahren derart gestaltet, dass die Qualitätssicherung immer zumindest über ein Vieraugenprinzip gestützt wird. In diesem Zusammenhang wurde den Fachlichen Ansprechpartnern (FAP) die Aufgabe übertragen, die Qualität der Emissionsberechnungen und textlichen Zuordnungen der Fachverantwortlichen (FV) sicherzustellen.

IPCC stellt unter dem Punkt „Überprüfung durch unabhängige Experten (Experten-Peer Review)“ klar, dass das obige von UBA gewählte formale Prüfverfahren, die Überprüfungen eines Experten-Peer Review ergänzen, aber nicht ersetzen kann (Good Practice Guidance; Kapitel 8.8). Um unter Abwägung der vorhandenen Ressourcen, der begründeten Forderung nach Einbeziehung externer Experten entsprechen zu können, werden zum einen, für konkrete Fragestellungen, detaillierte Überprüfungen durch externe Dritte im Rahmen von Forschungsvorhaben und Gutachten durchgeführt. Eine Beauftragung Dritter wird generell von beiden Seiten (d.h. FV und FAP) gemeinsam betreut. Zum anderen wurde das Instrument eines unregelmäßig durchgeführten Workshops zum Nationalen System ins Leben gerufen. Ziel dieses Workshops ist es, nationale Experten ins UBA zu laden und gemeinsam mit den UBA-Experten (FV) zu ausgewählten Quellgruppen aktuelle Inventarfragen zu besprechen.

Audits wurden im Umweltbundesamt bislang nicht durchgeführt und sind zurzeit nicht geplant. Laut Good Practice Guidance sind Audits nicht zwingend durchzuführen.

22.1.2.1.10.6 Dokumentation und Archivierung

Bei der Erstellung der deutschen Treibhausgas-Inventare soll eine im Grundsatz einheitliche Praxis bei der Dokumentation und Archivierung erreicht werden. Dabei ist zu unterscheiden zwischen der zentralen Dokumentation und Archivierung in der Nationalen Koordinierungsstelle und der dezentralen Dokumentation und Archivierung, die in den Facheinheiten des UBA und in anderen Institutionen erfolgt.

Die Dokumentationsverfahren für Daten und Kontextinformationen unterscheiden sich bedarfsgemäß und umfassen einige Informationen überlappend, wobei es sich teilweise um Redundanzen handelt und teilweise um Informationen mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad. Bei beiden ist die Konsistenz regelmäßig sicherzustellen.

Um eine im Grundsatz einheitliche Praxis für alle Arbeitseinheiten des Umweltbundesamtes zu erreichen, sind für die verwendeten Instrumente allgemeine oder speziell für die Emissionsberichterstattung entwickelte Vorgaben einzuhalten. Im Umweltbundesamt können für die Dokumentation die in Tabelle 379 beschriebenen Instrumente verwendet werden. Dabei sind die jeweils genannten Vorgaben zur Dokumentation einzuhalten. Sofern keine speziellen Vorgaben bestehen, sind die Anforderungen aus den „Allgemeinen Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei der Treibhausgasemissionsberichterstattung“ einzuhalten.

Tabelle 379: Dokumentationsinstrumente im Umweltbundesamt

Instrument	Vorgaben zur Dokumentation
öffentlich verfügbar	
Nationales Inventar (CRF-Tabellen, CRF-Reporter)	Anhang 2, QSE-Handbuch: Anleitung zur Durchführung der Rückrechnungen in den CRF-Tabellen
Nationaler Inventarbericht	Anhang 3, QSE-Handbuch: Vorgaben bei der Erstellung von Berichtsteilen im Nationalen System
Publikation veröffentlichte Handbücher, Anleitungen	GO des UBA: Punkt 6.2 Veröffentlichungen Bei IT-Beschreibungen: Vorgehensmodell UBA, sonst: keine speziellen Vorgaben
intern zentral in der Nationalen Koordinierungsstelle verfügbar	
Datenbank ZSE	Anhang 5, QSE-Handbuch: Vorgaben für die Datendokumentation im ZSE
Inventarbeschreibung	Anhang 4, QSE-Handbuch: Anforderungen an die Dokumentation und Archivierung
intern dezentral verfügbar	
Akten der zentralen Registratur	GO des UBA: Punkt 4.2.10 Aktenbehandlung
Handakte	keine speziellen Vorgaben
interne Handbücher, Anleitungen	Bei IT-Beschreibungen: Vorgehensmodell UBA, sonst: keine speziellen Vorgaben

Ein integriertes Dokumentationskonzept legt fest, welche wesentlichen Inhalte in den genannten Dokumentationsinstrumenten vorgehalten werden sollen und wie zwischen den genannten Dokumentationsinstrumenten Konsistenz und Transparenz durch ein entsprechendes Verweissystem zwischen diesen Instrumenten herzustellen ist (siehe Anhang 4, QSE-Handbuch).

22.1.2.1.11 Anhang 2: Beispiel einer allgemeinen Checkliste für die Rolle Fachverantwortlicher

Im unten stehenden Beispiel (Stand: CHKL 2010) sind nur die relevanten Anforderungen abgebildet. Darüber hinaus gehende Detailinformationen wurden zur Verbesserung der Übersichtlichkeit entfernt.

Tabelle 380: Allgemeine Checkliste für Fachverantwortliche

Prozess Nr.	Teilprozess Bezeichnung	Einzelziel	Optionales Ziel
Hauptprozess: 0. Festlegung der Berechnungsgrundlagen			
0.1	Überprüfung und ggf. Änderung der Methoden	Die Berechnungsmethode steht im Einklang mit der aktuellen Hauptkategorienanalyse.	
0.1	Überprüfung und ggf. Änderung der Methoden	Die Auswahl der Berechnungsmethode ist nach dem Entscheidungsbaum der IPCC-Good Practice Guidance erfolgt, bzw. stimmt mit diesen überein.	Abweichungen vom Entscheidungsbaum der IPCC-Good Practice Guidance sind fachlich und nachvollziehbar begründet und dokumentiert.
0.1	Überprüfung und ggf. Änderung der Methoden	Die Auswahl der Berechnungsmethode hat die Anforderungen aus dem Inventarplan berücksichtigt.	Abweichungen vom Inventarplan wurden fachlich und nachvollziehbar begründet und dokumentiert.
0.1	Überprüfung und ggf. Änderung der Methoden	Die ausgewählte Berechnungsmethode kann für die gesamte Zeitreihe ab 1990 angewendet werden oder wird bereits konsistent angewandt.	Bei Methodenwechsel in der Zeitreihe(n) ist die Durchführung einer Rekalkulation gemäß QSE-Handbuch (Anhang 2) und die Erstellung einer nachvollziehbaren Dokumentation sichergestellt.

0.1	Überprüfung und ggf. Änderung der Methoden	Abweichungen von den durch 0.1.01-0.1.04 geforderten Zielen sind fachlich und nachvollziehbar begründet und dokumentiert.	
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Wurden neue Datenquellen verwendet?	
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Die Datenquelle(n) ist/sind für die Zukunft langfristig verfügbar (z.B. auf Basis gesetzlicher Grundlagen, Vereinbarungen mit längerer Laufzeit [> 3 Jahre] etc.).	
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Aus der/den Datenquelle(n) ist eine/mehrere vollständige Zeitreihe(n) ab 1990 verfügbar.	Lücken in der Datenverfügbarkeit für Zeitreihe(n) ab 1990 wurden nachvollziehbar begründet und dokumentiert.
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Aus der/den Datenquelle(n) ist eine/mehrere vollständige Zeitreihe(n) ab 1990 verfügbar.	Für den Umgang mit Datenlücken wurde gemäß der IPCC Good Practice Guidance (Kap. 7.3.2.2) ein fachlich geeignetes Vorgehen (Inter-/Extrapolation) festgelegt und nachvollziehbar dokumentiert. Hinweis: Fortschreibung ist keine Extrapolation !
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Aus der/den Datenquelle(n) ist eine/mehrere vollständige Zeitreihe(n) ab 1990 verfügbar.	Nach der Schließung von Datenlücken ist, wo notwendig, eine Rekalkulation der Zeitreihe(n) gemäß QSE-Handbuch (Anhang 2) erfolgt und diese nachvollziehbar in NIR und CRF dokumentiert.

Prozess Nr.	Teilprozess Bezeichnung	Einzelziel	Optionales Ziel
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Die Datenquelle(n) deckt/decken die Quellgruppe vollständig ab.	Die unvollständige Abdeckung wurde in einer Hochrechnung und in der Unsicherheitenberechnung berücksichtigt. Alle Schritte sind nachvollziehbar dokumentiert.
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Für die Datenquelle(n) liegen Angaben von Unsicherheiten (Höhe und Verteilung) vor.	
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	EF und AR stimmen in Ihrem Quellgruppenzuschnitt überein.	Bei fehlender Übereinstimmung von EF und AR können andere Datenquellen Deckungsgleichheit herstellen. Alternativ wurde die fehlende Übereinstimmung in einer Hochrechnung und in der Unsicherheitenberechnung berücksichtigt und alles nachvollziehbar dokumentiert.
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Die Verfahren zur Berechnung der Ausgangsdaten sind nachvollziehbar beschrieben.	
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Die Auswahl der Datenquelle(n) hat die Anforderungen aus dem Inventarplan berücksichtigt.	Abweichungen wurden nachvollziehbar begründet und dokumentiert.
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Die Annahmen und Kriterien, die zur Auswahl der jeweiligen Datenquelle(n) geführt haben sind nachvollziehbar dokumentiert.	
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Für die Datenquelle(n) werden durch den Datenlieferanten geeignete routinemäßige Qualitätskontrollen durchgeführt. Bei Einzelvorhaben wurden einmalige Qualitätskontrollen durchgeführt. Die Durchführung ist dokumentiert.	
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Bei der Verwendung einer/mehrerer neuer Datenquellen wurde eine Rekalkulation gemäß QSE-Handbuch (Anhang 2) auf Basis dieser andere(n) Datenquelle(n) durchgeführt.	

0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Bei Verwendung von IPCC-Default-EF sind diese hinsichtlich ihrer Generierung mit den nationalen Gegebenheiten verglichen worden und in Deutschland anwendbar. Das Ergebnis dieser Prüfung wurde nachvollziehbar dokumentiert.	Für IPCC Default-Werte die nicht mit den nationalen Gegebenheiten übereinstimmen, wurden die Abweichungen in den Unsicherheiten berücksichtigt und dokumentiert.
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Bei Verwendung anderer EF als der IPCC Default-EF, wurden diese nachvollziehbar begründet und dokumentiert. Hinweis: Die Verwendung anderer EF ist nur zulässig, wenn diese eine exaktere Berechnung der landesspezifischen Emissionen ermöglichen.	
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Ein Vergleich der verwendeten AR gegen andere Datenquellen (z.B. EU-ETS, IEA, EPER etc.) ist erfolgt und das Ergebnis nachvollziehbar dokumentiert.	

Hauptprozess: 1. Datengewinnung

1.1	Festlegung der Anforderungen	Die Anforderungen an die Daten berücksichtigen die Hinweise aus dem Inventarplan und den Inventarüberprüfungen (z.B. S&A Report, Centralized Review).	

Prozess Nr.	Teilprozess Bezeichnung	Einzelziel	Optionales Ziel
1.3	Anforderung der Daten durch Facheinheit bei Datenlieferanten	Die Anforderungen an die QK und die Datenformate sind an die Datenlieferanten und/oder die Auftragnehmer weitergegeben worden und diese Weitergabe ist dokumentiert. Hinweis: Wo Datenlieferanten über NaSE-Vereinbarungen eingebunden sind, ist Ziel erreicht.	Der Datenlieferant (z.B. Verbände) führt eigene routinemäßige Qualitätskontrollen durch und dieses Ergebnis ist dokumentiert.
1.4	Erhalt der Daten	Der Datenlieferant bzw. der Auftragnehmer hat die geforderten Qualitätskontrollen durchgeführt und dokumentiert.	Der Datenlieferant (z.B. Verbände) führt eigene routinemäßige Qualitätskontrollen durch und dieses Ergebnis wurde dokumentiert.
1.4	Erhalt der Daten	Die erhaltenen Daten sind vollständig und weisen keine Datenlücken auf.	Alle Datenlücken in der Zeitreihe ab 1990 sind im Einklang mit den IPCC Good Pract. Guidance durch Extrapolation/Interpolation (Kap.7.3.2.2) geschlossen worden und nachvollziehbar dokumentiert und begründet. Hinweis: Fortschreibung ist keine Extrapolation
1.4	Erhalt der Daten	Die erhaltenen Daten sind konsistent mit den Vorjahreswerten und nachvollziehbar beschrieben.	Deutliche Abweichungen von den Vorjahreswerten sind nachvollziehbar begründet und dokumentiert.
1.4	Erhalt der Daten	Die erhaltenen Daten liegen im Vergleich zu anderen Datenquellen (z.B. ETS-Daten, IEA, EPER etc.) in der gleichen Größenordnung. Das Prüfungsergebnis wurde dokumentiert.	Die Ursachen für Abweichungen sind nachvollziehbar begründet und dokumentiert.
1.4	Erhalt der Daten	Die Methodik/Annahmen auf denen die Unsicherheitsbestimmungen basieren, sind nachvollziehbar dokumentiert.	Konnten keine Annahmen abgeleitet werden, wurde alternativ eine Expertenschätzung durchgeführt und die Qualifikation des Experten nachvollziehbar dokumentiert.
1.4	Erhalt der Daten	Die Unsicherheitsbestimmungen sind vollständig und plausibel.	

Hauptprozess: 2. Datenaufbereitung / Emissionsberechnung

2.1	Dateneingabe (bevorzugt ZSE) /	Die EF sind vollständig im ZSE eingetragen.	

2.1	Dateneingabe (bevorzugt ZSE)	Die Dokumentation der Datenherkunft von EF ist vollständig und entspricht den Anforderungen des QSE Handbuchs (Anhänge 3, 4 und 5).	
2.1	Dateneingabe (bevorzugt ZSE)	Die Entwicklung der EF innerhalb der Zeitreihe ist plausibel und im Falle von Auffälligkeiten (z.B. Größenordnungsänderungen) nachvollziehbar begründet und dokumentiert.	Unplausible EF wurden korrigiert.
2.1	Dateneingabe (bevorzugt ZSE)	Die AR sind vollständig im ZSE eingetragen.	
2.1	Dateneingabe (bevorzugt ZSE)	Die Dokumentation der Datenherkunft von AR ist vollständig und entspricht den Anforderungen des QSE Handbuchs (Anhänge 3, 4 und 5).	

Prozess Nr.	Teilprozess Bezeichnung	Einzelziel	Optionales Ziel
2.1	Dateneingabe (bevorzugt ZSE)	Die Entwicklung der AR innerhalb der Zeitreihe ist plausibel und im Falle von Auffälligkeiten (z.B. Größenordnungsänderungen) nachvollziehbar begründet und dokumentiert.	Unplausible Abweichungen wurden korrigiert.
2.1	Dateneingabe (bevorzugt ZSE)	Nach Abschluss der Dateneingabe in das ZSE wurde die Richtigkeit der Eingabe von Zahlen, Einheiten und Umrechnungsfaktoren überprüft und bestätigt.	
2.1	Dateneingabe (bevorzugt ZSE)	Die Unsicherheiten sind vollständig im ZSE eingegeben und entsprechend den Anforderungen des QSE Handbuchs (Anhänge 3, 4 und 5) dokumentiert.	
2.2	Datenbearbeitung (Modellbildung, Disaggregation, Aggregation)	Eine adäquate Beschreibung der Modelle in Bezug auf Aufbau, Modellstruktur, Rechengang, Annahmen etc. liegt in der Inventarbeschreibung vor.	
2.3	Emissionsberechnung	Die aktuellen Inventarberechnungen sind mit Berechnungen vorhergehender Berichterstattungen abgeglichen worden.	Bei signifikanten Änderungen oder auffälligen Abweichungen vom erwarteten Trend, wurde die Rechnung und die Eingangsdaten der Berechnung überprüft und weiterbestehende Unterschiede begründet und dokumentiert.
2.3	Emissionsberechnung	Die Ergebnisse der Emissionsberechnung der aktuellen/vorhergehenden Berichterstattungen sind mit anderen Datenquellen für Deutschland, insbesondere ETS-Daten, abgeglichen worden und vergleichbar. Das Ergebnis wurde nachvollziehbar dokumentiert.	Wenn eine Vergleichbarkeit nicht gegeben ist bzw. ein Vergleich nicht durchgeführt wurde, ist dies fachlich und nachvollziehbar begründet worden.
2.3	Emissionsberechnung	Der nationale implizierte EF (national Implied EF; siehe S&A Report I) der vorhergehenden Berichterstattung ist mit den implizierten EF anderer Länder vergleichbar (gleiche Größenordnung).	Extreme implied EF, sind im NIR fachlich und nachvollziehbar begründet und dokumentiert worden bzw. es wurde auf eine bestehende Begründung verwiesen.
2.4	Erstellung Berichtsteile (Texte)	Die Quellgruppe ist für den NIR entsprechend der geforderten sechs Unterkapitel des NIR ("Beschreibung der Quellgruppe", "Methodische Aspekte" etc.) vollständig und nachvollziehbar beschrieben.	
2.5	Freigabe auf der Fachebene	Die Werte von AR, EF, ED und deren Unsicherheiten im NIR sind aktuell und mit den Werten im ZSE kongruent.	
2.5	Freigabe auf der Fachebene	Die Dokumentation der Datenherkunft von AR, EF, ED und deren Unsicherheiten im NIR ist aktuell und mit den Angaben im ZSE kongruent.	Fehlende oder unvollständige Dokumentationen der Datenherkunft sind fachlich und nachvollziehbar begründet und dokumentiert.

22.1.3 Das Datenbanksystem Zentrales System Emissionen

Als informationstechnologisches Werkzeug für die Inventarerstellung etabliert und pflegt das Umweltbundesamt seit 1998 eine integrierte nationale Datenbank, das *Zentrale System Emissionen* (ZSE). Das ZSE setzt die vielfältigen Anforderungen an die Emissionsberechnung und -berichterstattung um und automatisiert wesentliche Arbeitsschritte. Es unterstützt die Inventarplanung und die Berichterstattung (z. B. durch Emissionsberechnung, -rekalkulation und Fehleranalyse) sowie das Inventarmanagement (z. B. durch Archivierung, jährliche Evaluierung der Daten) und das Qualitätsmanagement auf der Datenebene (siehe UBA 2003a, Projekthandbuch Decor). Mit Hilfe des ZSE werden die Schlüsselanforderungen der Transparenz, Konsistenz, Vollständigkeit, Vergleichbarkeit und Genauigkeit auf der Datenebene erfüllt.

Dabei wird der Datendokumentation eine zentrale Rolle eingeräumt. Das ZSE speichert die zuständigen Bearbeiter, die Datenquellen und Berechnungsverfahren sowie die Unsicherheiten von Zeitreihenwerten. Auch Zeitpunkt und Verursacher von Änderungen werden festgehalten. Das System verfügt über eine Historienverwaltung, die gelöschte Werte archiviert und bei Bedarf wiederherstellt. Rückverfolgungen und Rekonstruktion von Daten sowie eine unabhängige Überprüfung durch Dritte werden so ermöglicht. Für die Durchführung der Qualitätssicherung auf der Datenebene werden unterstützende Instrumente bereitgestellt (z. B. eine Komponente zur Erfassung von Unsicherheiten, Plausibilitätsprüfungen). Der Transparenz wird vor allem dadurch Rechnung getragen, dass die Datenerfassung in derselben Struktur erfolgt, in der die Daten bereitstehen und sämtliche Bearbeitungen und Transformationen hin zu einem Berichtsformat erst im ZSE selbst und damit nachvollziehbar erfolgen. Das ZSE verwaltet dazu detaillierte technik-spezifische Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren, die über Rechenregeln (Berechnungsverfahren) zu aggregierten, quellgruppenspezifischen Werten für die Berichtsformate verdichtet werden. Die Aggregation der einzelnen ZSE-Zeitreihen zu den CRF-Berichtszeilen beispielsweise sind in Anhang 3 bzw. Kapitel 3ff jeweils bei den einzelnen Quellgruppen beschrieben. Neben der Aggregation und Modellbildung für Berechnungen unterstützt das ZSE auch die Durchführung von Szenarien- und Prognoseberechnungen sowie beim Reference Approach.

Über das Zentrale System Emissionen wird zudem der Datenaustausch im Rahmen des Nationalen Systems, also innerhalb des UBA und mit Dritten, organisiert. Neben der Direkteingabe werden dazu aus vorhandenen Datenbanken aggregierte Werte über eine Standardschnittstelle importiert (z. B. TREMOD für Verkehrsdaten oder GAS-EM für Daten zur Landwirtschaft). Ziel ist es, dass Inventardaten möglichst direkt von den inhaltlich zuständigen Fachverantwortlichen in das ZSE eingepflegt oder vom ZSE-Administrator über die Importschnittstelle eingelesen werden. Dies gilt für UBA-interne und für externe Mitwirkende am Nationalen System. Um dies zu erreichen, wurden verschiedene Maßnahmen umgesetzt:

- Mit der Bereitstellung eines *Standardisierten Importformats des ZSE* im Jahr 2002 wurde der direkte Datenimport aus anderen emissionsrelevanten Datenbanken ermöglicht.
- Im September 2002 wurde den beteiligten Fachexperten aus dem UBA ein direkter Zugang zum ZSE über das UBA-Netzwerk ermöglicht
- Seit November 2002 werden jährlich Schulungen für die betroffenen UBA-Mitarbeiter zur Handhabung des ZSE durchgeführt.

- Seit 2005 erfolgt die Erfassung qualitativer und quantitativer Angaben über die Datenunsicherheit im ZSE.
- Seit 2006 erfolgt die Erfüllung der Berichtsverpflichtungen unter der Genfer Luftreinhaltekonvention und von EU-Regelungen (z. B. der NEC-Richtlinie) über das ZSE.
- Über einen Fernzugriff können seit 2008 auch UBA-externe Datenlieferanten und Experten sowie Projektpartner interaktiv mit dem ZSE arbeiten.

22.2 Ergänzenden Informationen wie nach Artikel 7, Absatz 1 des Kyoto-Protokolls gefordert

22.2.1 KP-LULUCF

Die CRF-Tabellen werden separat berichtet.

22.2.2 Standard Electronic Format (SEF) Tabellen

22.2.2.1 Standard Electronic Format for the reported year 2011

UNFCCC SEF application

Version 1.2

Workflow

[Unlock file](#)[Completeness Check](#)[Consistency Check](#)[Lock file](#)

Functions

[Mandatory data](#)[Import XML](#)[Reset SEF](#)[Export XML](#)

Settings

Party: [Germany](#)ISO: [DE](#)Submission year: [2013](#)Reported year: [2012](#)Commitment period: [1](#)Completeness check: [YES](#)Consistency check: [YES](#)File locked: [YES](#)Lock timestamp: [10.05.2013 12:19](#)Submission version number: [4](#)Submission type: [Official](#)

Party Germany
 Submission year 2013
 Reported year 2012
 Commitment period 1

Table 1. Total quantities of Kyoto Protocol units by account type at beginning of reported year

Account type	Unit type					
	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs
Party holding accounts	3112267083	4931830	NO	1941653	NO	NO
Entity holding accounts	547477254	24058140	NO	48262629	NO	NO
Article 3.3/3.4 net source cancellation accounts	NO	NO	NO	NO		
Non-compliance cancellation accounts	NO	NO	NO	NO		
Other cancellation accounts	2828	13158	NO	757604	NO	NO
Retirement account	1273092585	4865496	NO	83095436	NO	NO
tCER replacement account for expiry	NO	NO	NO	NO	NO	
ICER replacement account for expiry	NO	NO	NO	NO		
ICER replacement account for reversal of storage	NO	NO	NO	NO		NO
ICER replacement account for non-submission of certification report	NO	NO	NO	NO		NO
Total	4932839750	33868624	NO	134057322	NO	NO

Party Germany
 Submission year 2013
 Reported year 2012
 Commitment period 1

Table 2 (a). Annual internal transactions

Transaction type	Additions						Subtractions					
	Unit type						Unit type					
	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs
Article 6 issuance and conversion												
Party-verified projects		7039160					7039160		NO			
Independently verified projects		NO					NO		NO			
Article 3.3 and 3.4 issuance or cancellation												
3.3 Afforestation and reforestation			NO				NO	NO	NO	NO		
3.3 Deforestation			NO				NO	NO	NO	NO		
3.4 Forest management			NO				NO	NO	NO	NO		
3.4 Cropland management			NO				NO	NO	NO	NO		
3.4 Grazing land management			NO				NO	NO	NO	NO		
3.4 Revegetation			NO				NO	NO	NO	NO		
Article 12 afforestation and reforestation												
Replacement of expired tCERs							NO	NO	NO	NO	NO	
Replacement of expired ICERs							NO	NO	NO	NO		
Replacement for reversal of storage							NO	NO	NO	NO		NO
Replacement for non-submission of certification report							NO	NO	NO	NO		NO
Other cancellation							597	1842	NO	134595	NO	NO
Sub-total		7039160	NO				7039757	1842	NO	134595	NO	NO

Transaction type	Retirement					
	Unit type					
	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs
Retirement	907807291	33231950	NO	41123292	NO	NO

Party Germany
 Submission year 2013
 Reported year 2012
 Commitment period 1

Add registry Delete registry No external transactions

Table 2 (b). Annual external transactions

	Additions						Subtractions					
	Unit type						Unit type					
	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs
Transfers and acquisitions												
AT	461889	NO	NO	211859	NO	NO	4733719	100000	NO	1095061	NO	NO
IE	365574	NO	NO	551700	NO	NO	585200	335770	NO	NO	NO	NO
SI	4310824	5000	NO	24100	NO	NO	30000	NO	NO	58200	NO	NO
CH	NO	417332	NO	892687	NO	NO	NO	925032	NO	1120413	NO	NO
LU	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	14106	NO	NO
NL	10729366	2027704	NO	5418618	NO	NO	12464378	1915511	NO	6107872	NO	NO
SK	66000	NO	NO	5656	NO	NO	2271862	9355	NO	76626	NO	NO
BE	340151	NO	NO	176647	NO	NO	1874909	1215987	NO	556256	NO	NO
SE	47418	6034	NO	NO	NO	NO	98258	NO	NO	106283	NO	NO
PL	1286208	135441	NO	176000	NO	NO	248809	54714	NO	1277483	NO	NO
FI	60097	NO	NO	114580	NO	NO	129580	NO	NO	264341	NO	NO
CZ	559198	NO	NO	151356	NO	NO	593500	NO	NO	61358	NO	NO
BG	1789	NO	NO	NO	NO	NO	NO	18670	NO	3500	NO	NO
GB	20629861	13443339	NO	32626143	NO	NO	22282793	5044474	NO	11186317	NO	NO
DK	61651	NO	NO	4000	NO	NO	4000	590	NO	62242	NO	NO
PT	3000	NO	NO	NO	NO	NO	30000	NO	NO	NO	NO	NO
EU	NO	25468669	NO	6198252	NO	NO	NO	21137172	NO	45288186	NO	NO
NZ	NO	NO	NO	139435	NO	NO	NO	NO	NO	355000	NO	NO
FR	9961362	1284801	NO	9999988	NO	NO	17279111	364912	NO	466206	NO	NO
NO	653314	NO	NO	114200	NO	NO	481499	NO	NO	289130	NO	NO
EE	698000	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
GR	766100	NO	NO	NO	NO	NO	NO	100000	NO	97265	NO	NO
IT	1928367	13000	NO	425695	NO	NO	847551	31627	NO	990003	NO	NO
ES	85446	31537	NO	142058	NO	NO	58282	147192	NO	67159	NO	NO
JP	NO	1956899	NO	2289096	NO	NO	NO	87158	NO	4494	NO	NO
HU	48000	NO	NO	NO	NO	NO	733571	NO	NO	137000	NO	NO
LV	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	3337	NO	NO
CDM	NO	NO	NO	11917102	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
LT	NO	120588	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
RU	NO	6755451	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
UA	NO	127546	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Sub-total	53063615	51793341	NO	71579172	NO	NO	64747022	31488164	NO	69687838	NO	NO

Additional information

Independently verified ERUs								NO				

Table 2 (c). Total annual transactions

Total (Sum of tables 2a and 2b)	53063615	58832501	NO	71579172	NO	NO	71786779	31490006	NO	69822433	NO	NO

Party Germany
 Submission year 2013
 Reported year 2012
 Commitment period 1

Table 3. Expiry, cancellation and replacement

Transaction or event type	Expiry, cancellation and requirement to replace		Replacement					
	Unit type		Unit type					
	tCERs	ICERs	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs
Temporary CERs (tCERs)								
Expired in retirement and replacement accounts	NO							
Replacement of expired tCERs			NO	NO	NO	NO	NO	
Expired in holding accounts	NO							
Cancellation of tCERs expired in holding accounts	NO							
Long-term CERs (ICERs)								
Expired in retirement and replacement accounts		NO						
Replacement of expired ICERs			NO	NO	NO	NO		
Expired in holding accounts		NO						
Cancellation of ICERs expired in holding accounts		NO						
Subject to replacement for reversal of storage		NO						
Replacement for reversal of storage			NO	NO	NO	NO		NO
Subject to replacement for non-submission of certification report		NO						
Replacement for non-submission of certification report			NO	NO	NO	NO		NO
Total			NO	NO	NO	NO	NO	NO

Party Germany
 Submission year 2013
 Reported year 2012
 Commitment period 1

Table 4. Total quantities of Kyoto Protocol units by account type at end of reported year

Account type	Unit type					
	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs
Party holding accounts	2733213882	21356847	NO	1151721	NO	NO
Entity holding accounts	NO	1743668	NO	9686008	NO	NO
Article 3.3/3.4 net source cancellation accounts	NO	NO	NO	NO		
Non-compliance cancellation accounts	NO	NO	NO	NO		
Other cancellation accounts	3425	15000	NO	892199	NO	NO
Retirement account	2180899876	38097446	NO	124218728	NO	NO
tCER replacement account for expiry	NO	NO	NO	NO	NO	
ICER replacement account for expiry	NO	NO	NO	NO		
ICER replacement account for reversal of storage	NO	NO	NO	NO		NO
ICER replacement account for non-submission of certification report	NO	NO	NO	NO		NO
Total	4914117183	61212961	NO	135948656	NO	NO

Party Germany
 Submission year 2013
 Reported year 2012
 Commitment period 1

Table 5 (a). Summary information on additions and subtractions

	Additions						Subtractions					
	Unit type						Unit type					
Starting values	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs
Issuance pursuant to Article 3.7 and 3.8	4868096694											
Non-compliance cancellation							NO	NO	NO	NO		
Carry-over	NO	NO		NO								
Sub-total	4868096694	NO		NO			NO	NO	NO	NO		
Annual transactions												
Year 0 (2007)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 1 (2008)	111031173	NO	NO	48712902	NO	NO	103572319	NO	NO	8671720	NO	NO
Year 2 (2009)	372071597	863729	NO	52171623	NO	NO	352967489	541351	NO	26795677	NO	NO
Year 3 (2010)	297102669	8289950	NO	64167793	NO	NO	266517290	4605787	NO	43794853	NO	NO
Year 4 (2011)	207943064	38212452	NO	109134582	NO	NO	200351177	8363527	NO	61624932	NO	NO
Year 5 (2012)	53063615	58832501	NO	71579172	NO	NO	71786779	31490006	NO	69822433	NO	NO
Year 6 (2013)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 7 (2014)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 8 (2015)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Sub-total	1041212118	106198632	NO	345766072	NO	NO	995195054	45000671	NO	210709615	NO	NO
Total	5909308812	106198632	NO	345766072	NO	NO	995195054	45000671	NO	210709615	NO	NO

Table 5 (b). Summary information on replacement

	Requirement for replacement		Replacement					
	Unit type		Unit type					
	tCERs	ICERs	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs
Previous CPs			NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 1 (2008)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 2 (2009)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 3 (2010)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 4 (2011)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 5 (2012)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 6 (2013)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 7 (2014)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 8 (2015)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Total	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Table 5 (c). Summary information on retirement

Year	Retirement					
	Unit type					
	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs
Year 1 (2008)	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 2 (2009)	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 3 (2010)	854569558	670990	NO	49721049	NO	NO
Year 4 (2011)	418523027	4194506	NO	33374387	NO	NO
Year 5 (2012)	907807291	33231950	NO	41123292	NO	NO
Year 6 (2013)	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 7 (2014)	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 8 (2015)	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Total	2180899876	38097446	NO	124218728	NO	NO

Party Germany
 Submission year 2013
 Reported year 2012
 Commitment period 1

Add transaction Delete transaction No corrective transaction

Table 6 (a). Memo item: Corrective transactions relating to additions and subtractions

	Additions						Subtractions					
	Unit type						Unit type					
	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs

Add transaction Delete transaction No corrective transaction

Table 6 (b). Memo item: Corrective transactions relating to replacement

	Requirement for replacement		Replacement					
	Unit type		Unit type					
	tCERs	ICERs	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs

Add transaction Delete transaction No corrective transaction

Table 6 (c). Memo item: Corrective transactions relating to retirement

	Retirement					
	Unit type					
	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs

No problems found!

22.2.2.2 Discrepant transactions

DES Response Code	Average number of occurrences per transaction (X 100.000)		Transaction Number	Proposal Date Time	Transaction Type	Final State	Explanation	Units involved abbreviated		
	Reported Year	Prior to the Reported Year						Serial Number	Unit Type	Quantity
4003	0,01	0								
			DE121058	12-DEC-12 11.07.06.376000 AM	ExternalTransferKyotoUnits	TERMINATED		BG-6930410-6934173	ERU from AAU	3,764

22.2.3 *Detailliertere Informationen über das nationale System und Änderungen im nationalen System*

Alle Informationen wurden in den vorangegangenen Kapiteln gegeben.

22.2.4 *Weitere detaillierte Informationen zu den Nationalen Registern und der Buchführung der Kyoto-Einheiten*

Alle Informationen wurden in den vorangegangenen Kapiteln gegeben.

22.3 Zusatzinformationen zu den Trends der Treibhausgase

Hier finden sie die detaillierten Tabellen zur Trenddiskussion der Kapitel 0.2 und 2.

Tabelle 381: Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe

THG Emissionen/Senken, CO ₂ -äquivalent (Gg)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Netto-CO ₂ -Emissionen/ -Einbindungen	1.005.890	968.485	921.476	912.499	896.650	895.151	916.031	887.270	879.696	852.522	856.337	866.438	897.213	899.439	888.002
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	1.041.914	1.004.595	957.437	948.543	932.360	930.781	951.757	922.957	915.050	887.781	891.400	907.443	890.751	892.932	881.034
CH ₄	109.950	104.415	100.714	100.235	96.190	92.635	89.718	85.092	79.764	78.258	75.104	72.274	69.198	66.625	62.406
N ₂ O	86.804	83.036	83.325	80.743	80.607	79.600	81.154	78.302	65.004	61.555	61.669	62.729	61.394	60.357	63.676
HFCs	4.592	4.214	4.377	6.361	6.853	7.012	6.699	7.460	8.167	8.453	7.623	8.578	9.056	8.412	8.507
PFCs	2.627	2.277	2.062	1.931	1.640	1.780	1.738	1.398	1.506	1.249	792	724	789	847	814
SF ₆	4.642	4.975	5.491	6.262	6.551	6.779	6.460	6.404	6.173	4.497	4.269	3.933	3.236	3.181	3.400
Gesamt-Emissionen / -Einbindungen inkl. LULUCF	1.214.506	1.167.401	1.117.445	1.108.031	1.088.491	1.082.957	1.101.800	1.065.925	1.040.311	1.006.533	1.005.794	1.014.676	1.040.886	1.038.860	1.026.806
Gesamt-Emissionen ohne CO₂ aus LULUCF	1.250.529	1.203.512	1.153.405	1.144.075	1.124.201	1.118.588	1.137.527	1.101.613	1.075.665	1.041.792	1.040.857	1.055.681	1.034.424	1.032.353	1.019.838

THG Emissionen/Senken, CO ₂ -äquivalent (Gg)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Netto-CO ₂ -Emissionen/ -Einbindungen	871.823	877.524	854.680	853.256	791.974	834.511	807.118
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	864.716	870.739	847.397	845.761	783.734	826.063	798.058
CH ₄	59.484	56.896	54.226	53.609	51.510	50.388	48.845
N ₂ O	61.179	60.362	62.026	63.457	63.489	54.897	57.144
HFCs	8.640	8.708	8.742	8.843	9.443	8.963	9.177
PFCs	695	550	484	472	338	285	230
SF ₆	3.480	3.398	3.334	3.115	3.065	3.194	3.316
Gesamt-Emissionen / -Einbindungen inkl. LULUCF	1.005.301	1.007.438	983.492	982.752	919.818	952.239	925.830
Gesamt-Emissionen ohne CO₂ aus LULUCF	998.194	1.000.653	976.209	975.257	911.578	943.791	916.769

THG Emissionen/Senken, nach Quell- und Senkengruppen, CO ₂ -äquivalent (Gg)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
1. Energie	1.020.323	985.042	936.023	928.020	906.489	902.094	923.854	892.336	882.853	858.127	856.189	876.375	860.877	856.869	839.863
2. Industrieprozesse	94.271	90.361	92.346	92.519	98.764	96.884	95.910	95.836	81.891	74.789	77.514	74.470	72.573	77.527	82.167
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	4.477	4.337	4.157	4.074	3.547	3.553	3.471	3.446	3.420	3.165	2.909	2.687	2.484	2.267	2.195
4. Landwirtschaft	87.963	79.769	77.019	76.439	73.736	75.866	76.088	75.220	75.243	76.170	76.021	75.303	72.783	71.275	72.414
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft	-35.758	-35.849	-35.671	-35.778	-35.447	-35.370	-35.461	-35.427	-35.094	-34.999	-34.802	-40.746	6.723	6.778	7.232
CO ₂	-36.024	-36.110	-35.961	-36.044	-35.710	-35.630	-35.727	-35.688	-35.354	-35.259	-35.063	-41.005	6.462	6.507	6.968
N ₂ O & CH ₄	266	261	289	266	263	260	266	260	259	260	261	259	260	270	264
6. Abfall	43.230	43.742	43.572	42.758	41.402	39.931	37.938	34.514	31.998	29.282	27.963	26.588	25.446	24.144	22.934

THG Emissionen/Senken, nach Quell- und Senkengruppen, CO ₂ -äquivalent (Gg)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1. Energie	824.214	828.818	804.887	805.221	751.531	789.179	760.572
2. Industrieprozesse	78.841	79.616	81.737	78.920	72.175	68.738	69.388
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	2.052	2.074	1.949	1.812	1.626	1.882	1.794
4. Landwirtschaft	71.423	69.896	68.752	71.624	69.618	68.365	70.360
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft	7.372	7.051	7.546	7.759	8.510	8.721	9.335
CO ₂	7.107	6.785	7.283	7.495	8.240	8.448	9.060
N ₂ O & CH ₄	264	266	263	264	270	272	274
6. Abfall	21.399	19.983	18.621	17.416	16.359	15.354	14.381

Tabelle 382: Anteile an der Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe

THG Emissionen/Senken, Anteile Treibhausgase ohne CO ₂ aus LULUCF (%)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	83,3	83,5	83,0	82,9	82,9	83,2	83,7	83,8	85,1	85,2	85,6	86,0	86,1	86,5	86,4	86,6	87,0	86,8	86,7	86,0	87,5	87,1
CH ₄	8,8	8,7	8,7	8,8	8,6	8,3	7,9	7,7	7,4	7,5	7,2	6,8	6,7	6,5	6,1	6,0	5,7	5,6	5,5	5,7	5,3	5,3
N ₂ O	6,9	6,9	7,2	7,1	7,2	7,1	7,1	7,1	6,0	5,9	5,9	5,9	5,9	5,8	6,2	6,1	6,0	6,4	6,5	7,0	5,8	6,2
HFCs	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0
PFCs	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SF ₆	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
Summe	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

THG Emissionen/Senken, Anteile Quell- & Senkengruppen ohne CO ₂ aus LULUCF (%)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1. Energie	81,6	81,8	81,2	81,1	80,6	80,6	81,2	81,0	82,1	82,4	82,3	83,0	83,2	83,0	82,4	82,6	82,8	82,5	82,6	82,4	83,6	83,0
2. Industrieprozesse	7,5	7,5	8,0	8,1	8,8	8,7	8,4	8,7	7,6	7,2	7,4	7,1	7,0	7,5	8,1	7,9	8,0	8,4	8,1	7,9	7,3	7,6
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
4. Landwirtschaft	7,0	6,6	6,7	6,7	6,6	6,8	6,7	6,8	7,0	7,3	7,3	7,1	7,0	6,9	7,1	7,2	7,0	7,0	7,3	7,6	7,2	7,7
5. Landnutzung, - sänderung & Forstwirtschaft (N ₂ O)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6. Abfall	3,5	3,6	3,8	3,7	3,7	3,6	3,3	3,1	3,0	2,8	2,7	2,5	2,5	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,8	1,6	1,6
Summe	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabelle 383: Emissionen von direkten und indirekten Treibhausgasen und SO₂ in Deutschland seit 1990

Emissionsentwicklung (Gg)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Netto-CO ₂ -Emissionen/ -Einbindungen	1.005.890	968.485	921.476	912.499	896.650	895.151	916.031	887.270	879.696	852.522	856.337	866.438	897.213	899.439	888.002
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	1.041.914	1.004.595	957.437	948.543	932.360	930.781	951.757	922.957	915.050	887.781	891.400	907.443	890.751	892.932	881.034
CH ₄	5.236	4.972	4.796	4.773	4.580	4.411	4.272	4.052	3.798	3.727	3.576	3.442	3.295	3.173	2.972
N ₂ O	280	268	269	260	260	257	262	253	210	199	199	202	198	195	205
HFCs (CO ₂ -äquivalent)	4.592	4.214	4.377	6.361	6.853	7.012	6.699	7.460	8.167	8.453	7.623	8.578	9.056	8.412	8.507
PFCs (CO ₂ -äquivalent)	2.627	2.277	2.062	1.931	1.640	1.780	1.738	1.398	1.506	1.249	792	724	789	847	814
SF ₆ (CO ₂ -äquivalent)	4.642	4.975	5.491	6.262	6.551	6.779	6.460	6.404	6.173	4.497	4.269	3.933	3.236	3.181	3.400
CO	12.402	10.152	8.768	7.977	7.051	6.599	6.126	5.970	5.508	5.137	4.854	4.646	4.356	4.158	3.919
NM VOC	3.131	2.681	2.463	2.315	1.895	1.808	1.739	1.716	1.678	1.537	1.394	1.293	1.232	1.166	1.177
NO _x	2.877	2.634	2.491	2.386	2.227	2.175	2.104	2.036	2.008	1.983	1.925	1.847	1.767	1.712	1.645
SO ₂	5.292	3.915	3.193	2.847	2.383	1.718	1.455	1.218	981	803	653	632	567	538	501
Emissionsentwicklung (Gg)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011								
Netto-CO ₂ -Emissionen/ -Einbindungen	871.823	877.524	854.680	853.256	791.974	834.511	807.118								
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	864.716	870.739	847.397	845.761	783.734	826.063	798.058								
CH ₄	2.833	2.709	2.582	2.553	2.453	2.399	2.326								
N ₂ O	197	195	200	205	205	177	184								
HFCs (CO ₂ -äquivalent)	8.640	8.708	8.742	8.843	9.443	8.963	9.177								
PFCs (CO ₂ -äquivalent)	695	550	484	472	338	285	230								
SF ₆ (CO ₂ -äquivalent)	3.480	3.398	3.334	3.115	3.065	3.194	3.316								
CO	3.695	3.616	3.516	3.433	3.051	3.495	3.304								
NM VOC	1.146	1.134	1.071	1.016	929	1.055	1.006								
NO _x	1.574	1.559	1.481	1.404	1.305	1.329	1.288								
SO ₂	477	487	469	469	419	444	445								

Tabelle 384: Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO₂ in Deutschland seit 1990

Emissionsentwicklung gegenüber dem Basisjahr bzw. 1990 (%)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Netto-CO ₂ -Emissionen/ - Einbindungen	0,0	-3,7	-8,4	-9,3	-10,9	-11,0	-8,9	-11,8	-12,5	-15,2	-14,9	-13,9	-10,8	-10,6	-11,7	-13,3	-12,8	-15,0	-15,2	-21,3	-17,0	-19,8
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	0,0	-3,6	-8,1	-9,0	-10,5	-10,7	-8,7	-11,4	-12,2	-14,8	-14,4	-12,9	-14,5	-14,3	-15,4	-17,0	-16,4	-18,7	-18,8	-24,8	-20,7	-23,4
CH ₄	0,0	-5,0	-8,4	-8,8	-12,5	-15,7	-18,4	-22,6	-27,5	-28,8	-31,7	-34,3	-37,1	-39,4	-43,2	-45,9	-48,3	-50,7	-51,2	-53,2	-54,2	-55,6
N ₂ O	0,0	-4,3	-4,0	-7,0	-7,1	-8,3	-6,5	-9,8	-25,1	-29,1	-29,0	-27,7	-29,3	-30,5	-26,6	-29,5	-30,5	-28,5	-26,9	-26,9	-36,8	-34,2
HFCs (CO ₂ -äquivalent)						0,0	-4,5	+6,4	+16,5	+20,5	+8,7	+22,3	+29,1	+20,0	+21,3	+23,2	+24,2	+24,7	+26,1	+34,7	+27,8	+30,9
PFCs (CO ₂ -äquivalent)						0,0	-2,4	-21,5	-15,4	-29,8	-55,5	-59,3	-55,7	-52,4	-54,3	-61,0	-69,1	-72,8	-73,5	-81,0	-84,0	-87,1
SF ₆ (CO ₂ -äquivalent)						0,0	-4,7	-5,5	-8,9	-33,7	-37,0	-42,0	-52,3	-53,1	-49,8	-48,7	-49,9	-50,8	-54,1	-54,8	-52,9	-51,1
Entwicklung der Gesamt- THG																						
Gesamt-Emissionen gegen EU Lastenverteilung ¹³²	+1,5	-2,3	-6,4	-7,2	-8,8	-9,2	-7,7	-10,6	-12,7	-15,5	-15,5	-14,3	-16,1	-16,2	-17,2	-19,0	-18,8	-20,8	-20,9	-26,0	-23,4	-25,6
CO	0,0	-18,1	-29,3	-35,7	-43,1	-46,8	-50,6	-51,9	-55,6	-58,6	-60,9	-62,5	-64,9	-66,5	-68,4	-70,2	-70,8	-71,6	-72,3	-75,4	-71,8	-73,4
NM VOC	0,0	-14,4	-21,3	-26,0	-39,5	-42,2	-44,4	-45,2	-46,4	-50,9	-55,5	-58,7	-60,6	-62,8	-62,4	-63,4	-63,8	-65,8	-67,5	-70,3	-66,3	-67,9
NO _x	0,0	-8,5	-13,4	-17,1	-22,6	-24,4	-26,9	-29,2	-30,2	-31,1	-33,1	-35,8	-38,6	-40,5	-42,8	-45,3	-45,8	-48,5	-51,2	-54,6	-53,8	-55,2
SO ₂	0,0	-26,0	-39,7	-46,2	-55,0	-67,5	-72,5	-77,0	-81,5	-84,8	-87,7	-88,1	-89,3	-89,8	-90,5	-91,0	-90,8	-91,1	-91,1	-92,1	-91,6	-91,6

¹³² Festgelegte Basisjahr-Emissionen von 1.232.430 Gg CO₂ äquivalent, s. Kapitel 0.2

Tabelle 385: Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO₂ in Deutschland, seit dem jeweils letzten Jahr

Emissionsentwicklung gegenüber dem jeweils letzten Jahr (%)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Netto-CO ₂ -Emissionen/ - Einbindungen	0,0	-3,7	-4,9	-1,0	-1,7	-0,2	+2,3	-3,1	-0,9	-3,1	+0,4	+1,2	+3,6	+0,2	-1,3	-1,8	+0,7	-2,6	-0,2	-7,2	+5,4	-3,3
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	0,0	-3,6	-4,7	-0,9	-1,7	-0,2	+2,3	-3,0	-0,9	-3,0	+0,4	+1,8	-1,8	+0,2	-1,3	-1,9	+0,7	-2,7	-0,2	-7,3	+5,4	-3,4
CH ₄	0,0	-5,0	-3,5	-0,5	-4,0	-3,7	-3,1	-5,2	-6,3	-1,9	-4,0	-3,8	-4,3	-3,7	-6,3	-4,7	-4,4	-4,7	-1,1	-3,9	-2,2	-3,1
N ₂ O	0,0	-4,3	+0,3	-3,1	-0,2	-1,2	+2,0	-3,5	-17,0	-5,3	+0,2	+1,7	-2,1	-1,7	+5,5	-3,9	-1,3	+2,8	+2,3	+0,1	-13,5	+4,1
HFCs (CO ₂ -äquivalent)	0,0	-8,2	+3,9	+45,3	+7,7	+2,3	-4,5	+11,3	+9,5	+3,5	-9,8	+12,5	+5,6	-7,1	+1,1	+1,6	+0,8	+0,4	+1,2	+6,8	-5,1	+2,4
PFCs (CO ₂ -äquivalent)	0,0	-13,3	-9,4	-6,4	-15,1	+8,5	-2,4	-19,6	+7,8	-17,1	-36,6	-8,5	+9,0	+7,2	-3,8	-14,7	-20,7	-12,1	-2,4	-28,5	-15,5	-19,5
SF ₆ (CO ₂ -äquivalent)	0,0	+7,2	+10,4	+14,0	+4,6	+3,5	-4,7	-0,9	-3,6	-27,2	-5,1	-7,9	-17,7	-1,7	+6,9	+2,4	-2,4	-1,9	-6,6	-1,6	+4,2	+3,8
Entwicklung der Gesamt-THG-Emissionen und -Einbindungen																						
Gesamt-Emissionen / - Einbindungen inkl. LULUCF	0,0	-3,9	-4,3	-0,8	-1,8	-0,5	+1,7	-3,3	-2,4	-3,2	-0,1	+0,9	+2,6	-0,2	-1,2	-2,1	+0,2	-2,4	-0,1	-6,4	+3,5	-2,8
Gesamt-Emissionen ohne CO ₂ aus LULUCF	0,0	-3,8	-4,2	-0,8	-1,7	-0,5	+1,7	-3,2	-2,4	-3,1	-0,1	+1,4	-2,0	-0,2	-1,2	-2,1	+0,2	-2,4	-0,1	-6,5	+3,5	-2,9
CO	0,0	-18,1	-13,6	-9,0	-11,6	-6,4	-7,2	-2,5	-7,7	-6,7	-5,5	-4,3	-6,2	-4,6	-5,7	-5,7	-2,1	-2,8	-2,3	-11,1	+14,5	-5,5
NMVOG	0,0	-14,4	-8,2	-6,0	-18,2	-4,6	-3,8	-1,3	-2,2	-8,4	-9,3	-7,3	-4,7	-5,4	+1,0	-2,7	-1,1	-5,6	-5,1	-8,6	+13,5	-4,6
NO _x	0,0	-8,5	-5,4	-4,2	-6,6	-2,4	-3,2	-3,3	-1,4	-1,3	-2,9	-4,0	-4,3	-3,1	-3,9	-4,3	-0,9	-5,0	-5,2	-7,0	+1,8	-3,0
SO ₂	0,0	-26,0	-18,4	-10,8	-16,3	-27,9	-15,3	-16,2	-19,5	-18,2	-18,7	-3,3	-10,3	-5,0	-6,9	-4,8	+2,0	-3,6	-0,0	-10,7	+6,0	+0,1

Tabelle 386: Veränderungen der Emissionen in Deutschland nach Quellgruppen, seit 1990 / seit dem jeweils letzten Jahr

Emissionsentwicklung gegenüber 1990, Veränderung in %	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1. Energie	0,0	-3,5	-8,3	-9,0	-11,2	-11,6	-9,5	-12,5	-13,5	-15,9	-16,1	-14,1	-15,6	-16,0	-17,7	-19,2	-18,8	-21,1	-21,1	-26,3	-22,7	-25,5
2. Industrieprozesse	0,0	-4,1	-2,0	-1,9	4,8	2,8	1,7	1,7	-13,1	-20,7	-17,8	-21,0	-23,0	-17,8	-12,8	-16,4	-15,5	-13,3	-16,3	-23,4	-27,1	-26,4
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	0,0	-3,1	-7,1	-9,0	-20,8	-20,6	-22,5	-23,0	-23,6	-29,3	-35,0	-40,0	-44,5	-49,4	-51,0	-54,2	-53,7	-56,5	-59,5	-63,7	-57,9	-59,9
4. Landwirtschaft	0,0	-9,3	-12,4	-13,1	-16,2	-13,8	-13,5	-14,5	-14,5	-13,4	-13,6	-14,4	-17,3	-19,0	-17,7	-18,8	-20,5	-21,8	-18,6	-20,9	-22,3	-20,0
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft	0,0	0,3	-0,2	0,1	-0,9	-1,1	-0,8	-0,9	-1,9	-2,1	-2,7	13,9	-118,8	-119,0	-120,2	-120,6	-119,7	-121,1	-121,7	-123,8	-124,4	-126,1
CO ₂ (Netto-Senke)	0,0	0,2	-0,2	0,1	-0,9	-1,1	-0,8	-0,9	-1,9	-2,1	-2,7	13,8	-117,9	-118,1	-119,3	-119,7	-118,8	-120,2	-120,8	-122,9	-123,5	-125,2
N ₂ O & CH ₄	0,0	-1,7	8,9	0,0	-0,8	-2,1	0,1	-1,9	-2,3	-2,2	-1,6	-2,4	-2,0	1,8	-0,6	-0,4	0,1	-0,9	-0,5	1,7	2,6	3,3
6. Abfall	0,0	1,2	0,8	-1,1	-4,2	-7,6	-12,2	-20,2	-26,0	-32,3	-35,3	-38,5	-41,1	-44,2	-46,9	-50,5	-53,8	-56,9	-59,7	-62,2	-64,5	-66,7
Emissionsentwicklung, gegenüber dem jeweils letzten Jahr, Veränderung in %	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
1. Energie	0,0	-3,5	-5,0	-0,9	-2,3	-0,5	2,4	-3,4	-1,1	-2,8	-0,2	2,4	-1,8	-0,5	-2,0	-1,9	0,6	-2,9	0,0	-6,7	5,0	-3,6
2. Industrieprozesse	0,0	-4,1	2,2	0,2	6,8	-1,9	-1,0	-0,1	-14,6	-8,7	3,6	-3,9	-2,5	6,8	6,0	-4,0	1,0	2,7	-3,4	-8,5	-4,8	0,9
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	0,0	-3,1	-4,1	-2,0	-12,9	0,2	-2,3	-0,7	-0,7	-7,5	-8,1	-7,7	-7,5	-8,7	-3,2	-6,5	1,1	-6,0	-7,0	-10,3	15,8	-4,7
4. Landwirtschaft	0,0	-9,3	-3,4	-0,8	-3,5	2,9	0,3	-1,1	0,0	1,2	-0,2	-0,9	-3,3	-2,1	1,6	-1,4	-2,1	-1,6	4,2	-2,8	-1,8	2,9
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft	0,0	0,3	-0,5	0,3	-0,9	-0,2	0,3	-0,1	-0,9	-0,3	-0,6	17,1	-116,5	0,8	6,7	1,9	-4,4	7,0	2,8	9,7	2,5	7,0
CO ₂ (Netto-Senke)	0,0	0,2	-0,4	0,2	-0,9	-0,2	0,3	-0,1	-0,9	-0,3	-0,6	16,9	-115,8	0,7	7,1	2,0	-4,5	7,3	2,9	9,9	2,5	7,2
N ₂ O & CH ₄	0,0	-1,7	10,8	-8,2	-0,9	-1,3	2,3	-2,0	-0,5	0,2	0,6	-0,8	0,5	3,8	-2,4	0,2	0,5	-1,0	0,4	2,2	0,9	0,7
6. Abfall	0,0	1,2	-0,4	-1,9	-3,2	-3,6	-5,0	-9,0	-7,3	-8,5	-4,5	-4,9	-4,3	-5,1	-5,0	-6,7	-6,6	-6,8	-6,5	-6,1	-6,1	-6,3

23 ANHANG 7: TABELLE 6.1 DER IPCC GOOD PRACTICE GUIDANCE

Die Unsicherheiten für die deutschen Treibhausgasinventare sind vollständig für alle Quellgruppen ermittelt.

Begonnen wurde mit einer Ermittlung der Unsicherheiten nach Tier 1 bei den datenliefernden Experten der Facheinheiten im UBA sowie externen Einrichtungen.

Nachfolgend wurden die Voraussetzungen für eine Tier-2 Unsicherheiten-Analyse geschaffen und das Programm "Crystal Ball" zur Durchführung der Monte Carlo Simulation implementiert. Die Tier-2 Unsicherheiten-Analyse wird alle drei Jahre (zuletzt für die Berichterstattung 2010) zusätzlich zur Tier-1 Unsicherheiten-Bestimmung durchgeführt.

Parallel wurden weitere Unsicherheitenangaben durch Expertenschätzungen ermittelt und in die Datenbank ZSE überführt. Es liegt mittlerweile ein überwiegend mittels Expertenschätzung bestimmter Unsicherheiten-Datenbestand vor. Um einen vollständigen Datensatz zu erreichen werden bei noch nicht vorliegenden Expertenschätzungen Unsicherheiten aus Daten der Fachliteratur herangezogen. Eine systematische und vollständige Durchführung der Expertenschätzungen wird kontinuierlich weiter geführt.

Die Ergebnisse der diesjährigen Tier-1-Unsicherheitenanalyse sind nach den Vorgaben von Tabelle 6.1 der IPCC Good Practice Guidance in Tabelle 387 dargestellt.

Tabelle 387: Tabelle 6.1 der IPCC Good Practice Guidance - Details

CRF	Kategorie	Gas	Basisjahr-emissionen [t CO ₂ -äquivalent]	Emissionen 2011 [t CO ₂ -äquivalent]	Kombinierte Unsicherheit der Aktivitätsdaten [%]	Kombinierte Unsicherheit der Emissions- faktoren [%]	Kombinierte Unsicherheit der Emission [%]	Kombinierte Unsicherheit Anteil [%]	Trend- unsicherheit der Emissions- faktoren [%]	Trend- unsicherheit der Aktivitätsdaten [%]	Trend- unsicherheit der Emissionen [%]
1.A.1.a	all fuels	Methan	185.769,03	1.864.178,41	0,012131919	0,060659595	87,10073623	0,175379269	0,000131729	2,63458E-05	0,000134338
1.A.1.a	all fuels	Kohlendioxid	339.017.879,12	314.159.587,70	3,928904521	1,703578826	4,282381623	1,453130577	0,623458416	1,437860433	1,567208672
1.A.1.a	all fuels	Lachgas	3.568.851,01	2.631.945,42	0,177040093	0,885200466	19,79507777	0,056273386	0,002714023	0,000542805	0,002767771
1.A.1.b	all fuels	Kohlendioxid	20.005.878,03	18.380.045,01	2,972073443	4,676777419	5,57614491	0,110700499	0,100135533	0,063635733	0,11864498
1.A.1.b	all fuels	Methan	13.286,21	6.515,86	0	0	25,71859126	0,000181004	0	0	0
1.A.1.b	all fuels	Lachgas	121.661,73	59.432,72	0	0	30,64281529	0,001967086	0	0	0
1.A.1.c	all fuels	Methan	85.304,42	13.434,78	0	0	82,52203736	0,001197483	0	0	0
1.A.1.c	all fuels	Lachgas	680.537,79	187.142,46	0	0	17,19880661	0,003476479	0	0	0
1.A.1.c	all fuels	Kohlendioxid	64.393.840,73	17.006.584,82	5,01562007	2,883543151	5,788380301	0,106326893	0,057126617	0,099365742	0,114616757
1.A.2.a	all fuels	Methan	52.462,15	61.720,54	0	0	25,12162768	0,001674736	0	0	0
1.A.2.a	all fuels	Lachgas	161.350,51	132.724,85	0	0	34,42226531	0,004934699	0	0	0
1.A.2.a	all fuels	Kohlendioxid	34.741.967,20	34.323.028,07	3,769612306	2,521717529	4,535310064	0,168136319	0,10082703	0,150722199	0,181337451
1.A.2.b	all fuels	Kohlendioxid	1.601.180,10	1.607.977,73	10,82411929	0,903825192	10,86318635	0,018867146	0,00169301	0,020275312	0,020345873
1.A.2.b	all fuels	Methan	1.164,38	1.498,40	0	0	68,92288069	0,000111548	0	0	0
1.A.2.b	all fuels	Lachgas	17.833,99	8.621,44	0	0	64,21691177	0,000597996	0	0	0
1.A.2.d	all fuels	Kohlendioxid	3.646,96	14.649,05	5,217553369	2,236094301	5,676528947	8,98176E-05	3,81588E-05	8,90372E-05	9,68695E-05
1.A.2.d	all fuels	Methan	549,27	2.495,01	0	0	42,53453773	0,000114626	0	0	0
1.A.2.d	all fuels	Lachgas	2.918,98	13.259,20	0	0	50,97405819	0,000730021	0	0	0
1.A.2.e	all fuels	Kohlendioxid	1.989.239,00	190.670,27	5,337089066	1,932683681	5,697464106	0,001173366	0,000429278	0,001185448	0,00126078
1.A.2.e	all fuels	Methan	3.765,41	118,21	0	0	38,11096401	4,86583E-06	0	0	0
1.A.2.e	all fuels	Lachgas	25.637,78	2.121,05	0	0	56,71077771	0,000129923	0	0	0
1.A.2.f	all fuels	Kohlendioxid	137.298.795,28	78.190.543,38	3,240299171	0,423808356	3,271000145	0,276250931	0,038602789	0,295144219	0,297658
1.A.2.f	all fuels	Methan	178.687,13	94.351,72	0,457612129	2,993692657	39,0975306	0,003984447	0,000329042	5,0297E-05	0,000332864
1.A.2.f	all fuels	Lachgas	1.180.185,74	647.553,77	0,60547733	5,246635675	10,92712345	0,007642767	0,00395778	0,00045674	0,003984048
1.A.3.a	Aviation Gasoline	Kohlendioxid	2.309.638,04	1.836.860,48	7,057018526	3,529934684	7,890624143	0,015655123	0,007553318	0,015100536	0,016884277
1.A.3.a	Aviation Gasoline	Methan	1.998,96	1.776,20	9,40887757	94,23016838	94,69874133	0,000181679	0,000194974	1,94681E-05	0,000195943
1.A.3.a	Aviation Gasoline	Lachgas	23.988,04	19.333,70	6,96809564	104,5637418	104,7956604	0,002188402	0,002355	0,000156937	0,002360224
1.A.3.b	all fuels	Kohlendioxid	150.358.325,64	147.867.391,22	9,002619833	0,718728722	9,031264299	1,442413968	0,123803337	1,550730261	1,555664362
1.A.3.b	all fuels	Methan	1.106.097,33	148.108,74	19,82248777	34,58283368	39,86105125	0,006376735	0,005966727	0,00342006	0,006877401
1.A.3.b	all fuels	Lachgas	1.158.401,63	1.338.290,83	9,091634516	27,42312709	28,89092794	0,041761967	0,042752589	0,014173836	0,045040887
1.A.3.c	all fuels	Kohlendioxid	2.880.820,12	1.064.214,82	9,994243258	2,998278009	10,43429774	0,011993929	0,003717031	0,012390081	0,012935626
1.A.3.c	all fuels	Methan	2.309,52	454,76	9,401944622	31,99316003	33,34604702	1,63793E-05	1,69486E-05	4,98074E-06	1,76653E-05
1.A.3.c	all fuels	Lachgas	12.636,22	4.749,34	9,401944622	70,51458466	71,1386197	0,000364928	0,000390128	5,2017E-05	0,00039358
1.A.3.d	Diesel Oil	Kohlendioxid	2.065.668,20	768.622,00	46,96477912	2,997761188	47,0603554	0,039069421	0,002684138	0,042051359	0,042136936
1.A.3.d	Diesel Oil	Methan	1.674,21	551,61	44,09779616	31,9666207	54,46540613	3,24507E-05	2,05412E-05	2,83365E-05	3,49986E-05
1.A.3.d	Diesel Oil	Lachgas	8.590,10	3.429,58	44,09779616	70,51460449	83,1680532	0,000308082	0,000281718	0,000176178	0,000332271
1.A.3.e	all fuels	Kohlendioxid	4.751.743,58	4.098.100,85	41,58284293	2,029698426	41,63234922	0,18428183	0,009689672	0,198514283	0,198750623
1.A.3.e	all fuels	Methan	7.083,45	2.769,09	24,66495283	13,52594187	36,64664635	0,000109607	4,36314E-05	7,95631E-05	9,07413E-05

CRF	Kategorie	Gas	Basisjahr- emissionen [t CO ₂ -äquivalent]	Emissionen 2011 [t CO ₂ -äquivalent]	Kombinierte Unsicherheit der Aktivitätsdaten [%]	Kombinierte Unsicherheit der Emissions- faktoren [%]	Kombinierte Unsicherheit der Emission [%]	Kombinierte Unsicherheit Anteil [%]	Trend- unsicherheit der Emissions- faktoren [%]	Trend- unsicherheit der Aktivitätsdaten [%]	Trend- unsicherheit der Emissionen [%]
1.A.3.e	all fuels	Lachgas	32.743,34	24.423,04	29,25852491	35,87305294	50,96489044	0,001344435	0,001020618	0,000832429	0,001317041
1.A.4.a	all fuels	Kohlendioxid	63.949.629,39	33.429.867,32	7,423588937	1,180018672	7,516788994	0,271416327	0,045953487	0,289096949	0,292726441
1.A.4.a	all fuels	Methan	1.216.099,17	56.284,61	0,114891634	0,409904973	115,2673634	0,00700753	2,68762E-05	7,53309E-06	2,7912E-05
1.A.4.a	all fuels	Lachgas	144.213,47	101.506,17	0,209534357	0,55348698	92,91649736	0,010187185	6,54478E-05	2,47767E-05	6,99807E-05
1.A.4.b	all fuels	Kohlendioxid	129.473.971,12	81.918.768,60	7,853131127	1,377547671	7,973036189	0,705466032	0,131457386	0,749412969	0,760855336
1.A.4.b	all fuels	Methan	1.200.405,63	702.627,59	0,204725822	0,148891507	137,9359167	0,104681881	0,000121868	0,000167569	0,000207198
1.A.4.b	all fuels	Lachgas	801.899,28	400.539,48	0,530145262	0,722925357	72,78525737	0,031488916	0,000337314	0,000247363	0,000418293
1.A.4.c	all fuels	Kohlendioxid	11.059.780,98	5.970.917,48	12,92618532	1,979614266	13,10189	0,084497522	0,01376945	0,089909667	0,090957935
1.A.4.c	all fuels	Methan	178.493,92	103.589,22	0,880623978	1,765474868	63,597066	0,007115749	0,000213045	0,000106267	0,000238077
1.A.4.c	all fuels	Lachgas	41.727,27	41.919,11	7,585334726	28,50748193	53,74721419	0,002433531	0,001392085	0,000370409	0,001440522
1.A.5	all fuels	Kohlendioxid	11.811.085,44	1.202.078,88	4,320680718	1,574182717	4,598514226	0,00597062	0,002204363	0,006050344	0,006439401
1.A.5	all fuels	Methan	235.607,83	4.256,93	4,462212231	35,70981116	36,278058	0,000166805	0,000177084	2,2128E-05	0,000178461
1.A.5	all fuels	Lachgas	70.377,15	9.327,77	3,303499304	60,96977208	61,92091772	0,000623856	0,000662502	3,58961E-05	0,000663474
1.B.1	Solid Fuels	Kohlendioxid	10.676,00	2.926,00	0	0	2,141922022	6,76935E-06	0	0	0
1.B.1.a	Solid Fuels	Methan	18.415.177,65	2.612.320,34	0,046822711	0,613377509	37,21242407	0,104998562	0,001866591	0,000142488	0,001872022
1.B.1.b	Solid Fuels	Methan	18.089,82	8.221,71	0	0	10,44030651	9,27138E-05	0	0	0
1.B.1.c	Solid Fuels	Methan	1.806.840,00	15.057,00	0	0	50	0,000813163	0	0	0
1.B.2.a	Liquid Fuels	Kohlendioxid	1.129,30	768,24	0	0	10,49976437	8,71256E-06	0	0	0
1.B.2.a	Liquid Fuels	Methan	716.687,61	267.822,27	0	0	13,77842762	0,003985798	0	0	0
1.B.2.b	Gaseous Fuels	Kohlendioxid	1.404.105,53	1.095.100,49	0	0	22,3599757	0,026448087	0	0	0
1.B.2.b	Gaseous Fuels	Methan	6.966.101,98	5.372.507,31	0,011842959	0,011842959	11,16485917	0,064788693	7,41194E-05	7,41194E-05	0,000104821
1.B.2.c		Kohlendioxid	336.721,95	296.899,37	0	0	24,48670165	0,00785251	0	0	0
1.B.2.c		Methan	409.295,41	179.462,74	0	0	14,90522081	0,002889227	0	0	0
1.B.2.c		Lachgas	1.102,34	204,61	0	0	15,21618971	3,36277E-06	0	0	0
2.A.1		Kohlendioxid	15.145.810,00	13.130.750,00	0	0	3,201562119	0,04540675	0	0	0
2.A.2		Kohlendioxid	5.867.646,69	4.926.561,81	2,35362763	4,69908509	10,75343313	0,057221605	0,026968214	0,013507551	0,030161872
2.A.4		Kohlendioxid	426.720,85	361.559,62	50	2	50,03998401	0,019541866	0,000842374	0,021059345	0,021076186
2.A.7 cerami cs		Kohlendioxid	531.112,90	338.251,95	0	0	29,90903135	0,010927268	0	0	0
2.A.7 glass		Kohlendioxid	695.617,07	741.344,47	3,087645144	5,524688239	6,328959842	0,005067822	0,004771147	0,002666505	0,005465719
2.B.1		Kohlendioxid	5.745.000,00	7.450.000,00	0	0	0,71568549	0,005759005	0	0	0
2.B.2		Lachgas	3.384.400,15	2.935.614,68	1	5	5,099019514	0,01616794	0,017098736	0,003419747	0,017437357
2.B.3		Lachgas	18.804.600,00	521.563,45	20	7	21,1896201	0,011937112	0,004253046	0,012151561	0,012874348
2.B.4		Kohlendioxid	443.160,00	18.630,00	10	10	14,14213562	0,000284575	0,000217024	0,000217024	0,000306918
2.B.5		Kohlendioxid	6.888.160,70	9.211.820,18	3,264467276	3,672296505	21,25562912	0,211489286	0,039407432	0,035031014	0,052726821
2.B.5		Methan	252,86	571,89	15	2	15,13274595	9,34755E-06	1,3324E-06	9,99303E-06	1,00815E-05
2.B.5		Lachgas	C	C	20	75	77,62087348	0,005198035	0,005416864	0,001444497	0,005606156
2.C.1		Methan	3.918,60	4.653,99	0	0	67,06114799	0,000337106	0	0	0

CRF	Kategorie	Gas	Basisjahr- emissionen [t CO ₂ -äquivalent]	Emissionen 2011 [t CO ₂ -äquivalent]	Kombinierte Unsicherheit der Aktivitätsdaten [%]	Kombinierte Unsicherheit der Emissions- faktoren [%]	Kombinierte Unsicherheit der Emission [%]	Kombinierte Unsicherheit Anteil [%]	Trend- unsicherheit der Emissions- faktoren [%]	Trend- unsicherheit der Aktivitätsdaten [%]	Trend- unsicherheit der Emissionen [%]
2.C.1		Kohlendioxid	22.711.891,28	16.350.035,36	6,762963538	5,254244702	8,643027569	0,152634796	0,100074616	0,128810327	0,163116612
2.C.1		Lachgas	27.613,10	15.559,02	0	0	64,4686151	0,001083427	0	0	0
2.C.2		Kohlendioxid	429.000,00	6.050,00	0	0	50,48762225	0,00032992	0	0	0
2.C.3		Kohlendioxid	1.011.923,12	591.227,50	0	0	15,03329638	0,009600145	0	0	0
2.C.3		CF ₄	1.358.500,00	69.582,50	0	0	15	0,001127354	0	0	0
2.C.3		C ₂ F ₆	193.200,00	11.932,40	0	0	15,03	0,000193712	0	0	0
2.C.4		Schwefelhexafluorid	197.103,30	57.558,37	0	0	25,84987816	0,001607074	0	0	0
2.C.5		HFC-134a	C	C	0	0	30,03747659	0,001126379	0	0	0
2.E		HFC-134a	C	C	0	0	10	0,000124688	0	0	0
2.E		Schwefelhexafluorid	167.300,00	101.814,00	0	0	10	0,001099706	0	0	0
2.E		HFC-227ea	C	C	0	0	10	0,00032263	0	0	0
2.F		HFC-125	115.063,46	1.534.878,87	0	0	11,28277341	0,018705052	0	0	0
2.F		C ₂ F ₆	122.529,42	48.449,84	0	0	11,71204708	0,000612906	0	0	0
2.F		C ₃ F ₈	15.784,63	35.823,20	0	0	12,33730337	0,000477368	0	0	0
2.F		c-C ₄ F ₈	0,00	2.880,29	0	0	12,2	3,79547E-05	0	0	0
2.F		CF ₄	90.256,77	60.933,16	0	0	10,09236491	0,000664226	0	0	0
2.F		Schwefelhexafluorid	6.856.907,82	3.284.984,69	0	0	7,25352313	0,025736608	0	0	0
2.F		HFC-134a	2.051.802,76	5.664.120,07	0	0	5,702847808	0,034889375	0	0	0
2.F		HFC-143a	56.062,66	1.463.048,15	0	0	13,95020697	0,022044905	0	0	0
2.F		HFC-152a	101.352,52	43.703,84	0	0	2,959840998	0,000139719	0	0	0
2.F		HFC-227ea	582,37	63.213,13	0	0	6,413764055	0,000437914	0	0	0
2.F		HFC-23	26.377,14	85.668,12	0	0	12,31377037	0,001139408	0	0	0
2.F		HFC-236fa	0,00	13.931,11	0	0	9,286100202	0,00013973	0	0	0
2.F		HFC-32	296,01	101.231,01	0	0	7,983607261	0,000872935	0	0	0
2.F		HFC-43-10mee	C	C	0	0	2	4,21244E-06	0	0	0
3		Kohlendioxid	2.552.000,00	1.506.045,20	0	0	7,867769957	0,012798487	0	0	0
3.D		Lachgas	C	C	0,433446157	0,02889641	47,54390535	0,01478227	9,68983E-06	0,000145347	0,00014567
4.A.1.a	Milchkühe	Methan	16.002.658,22	11.677.385,18	4	40	40,19950248	0,507031849	0,544127326	0,054412733	0,546841195
4.A.1.b	Rinder o. Milchkühe	Methan	12.228.994,20	7.996.294,20	2,453061346	24,53061346	24,65296141	0,212925079	0,228503109	0,022850311	0,229642782
4.A.2	other animals	Methan	1.329.708,96	1.019.022,30	3,570708853	24,96804532	25,22207859	0,027760899	0,029638974	0,004238704	0,029940531
4.B.1.a	Milchkühe	Methan	2.230.082,46	1.771.939,08	4	40	40,19950248	0,076937562	0,08256647	0,008256647	0,082978275
4.B.1.a	Milchkühe	Lachgas	1.621.327,96	967.944,94	2,831752598	70,79381494	70,85042736	0,074073367	0,079825365	0,003193015	0,079889199
4.B.1.b	Rinder a. Milchkühe	Methan	2.285.461,82	1.452.321,58	2,411028786	24,11028786	24,23053942	0,038009734	0,040790603	0,00407906	0,040994049
4.B.1.b	Rinder o. Milchkühe	Lachgas	1.455.129,45	1.099.715,81	1,864856102	46,62140255	46,65868476	0,055421965	0,05972563	0,002389025	0,059773392
4.B.2	other animals	Methan	119.108,69	135.730,94	4,576535514	18,56510453	19,12087298	0,002803209	0,002935426	0,00072362	0,003023302
4.B.2	other animals	Lachgas	234.270,05	192.321,62	7,562345275	224,4461458	224,57351	0,046650424	0,050284624	0,001694258	0,050313158
4.B.8	Schweine	Methan	2.063.405,06	1.622.875,48	2,894492518	28,94184665	29,08622654	0,050984896	0,054714997	0,005472082	0,054987949

CRF	Kategorie	Gas	Basisjahr- emissionen [t CO ₂ -äquivalent]	Emissionen 2011 [t CO ₂ -äquivalent]	Kombinierte Unsicherheit der Aktivitätsdaten [%]	Kombinierte Unsicherheit der Emissions- faktoren [%]	Kombinierte Unsicherheit der Emission [%]	Kombinierte Unsicherheit Anteil [%]	Trend- unsicherheit der Emissions- faktoren [%]	Trend- unsicherheit der Aktivitätsdaten [%]	Trend- unsicherheit der Emissionen [%]
4.B.8	Schweine	Lachgas	570.372,58	502.608,87	2,277124085	56,91537653	56,96091098	0,030922602	0,033323814	0,001333251	0,033350475
4.B.9	Geflügel	Lachgas	37.565,90	49.750,52	5,708311921	57,08311921	57,36782481	0,003082726	0,003308264	0,000330826	0,003324765
4.D.1		Lachgas	29.140.629,55	26.360.901,71	15,44547515	53,19679934	55,39370147	1,577210299	1,633581118	0,474303659	1,701044159
4.D.2		Lachgas	2.104.157,56	1.315.386,66	20	200	200,9975124	0,285570323	0,306463227	0,030646323	0,307991731
4.D.3		Lachgas	16.539.747,67	14.195.706,36	142,819168	319,1414022	349,6406002	5,361024856	5,277583291	2,361774591	5,781942978
5.A		Kohlendioxid	-80.640.850,87	-32.789.088,21	0	0	19,87396592	0,703854412	0	0	0
5.A		Methan	9.084,07	1.315,29	0	0	38,07886553	5,4097E-05	0	0	0
5.A		Lachgas	60.374,25	66.289,39	1,332301907	298,6386385	298,6416603	0,021382742	0,023061363	0,000102883	0,023061593
5.B		Kohlendioxid	28.632.121,89	28.632.508,12	0,307024394	0,180875586	40,67364277	1,257886392	0,006033013	0,010240643	0,011885622
5.B		Lachgas	196.076,30	206.715,25	0	0	98,2513384	0,021937137	0	0	0
5.C		Kohlendioxid	11.327.524,73	8.768.426,74	0	0	39,55723008	0,374642038	0	0	0
5.D		Kohlendioxid	2.233.153,03	2.128.101,19	0	0	36,33203908	0,083512408	0	0	0
5.E		Kohlendioxid	2.307.729,04	2.256.015,86	0	0	24,80501092	0,060443628	0	0	0
5.G		Kohlendioxid	116.784,72	64.317,22	0	0	5,30346073	0,000368431	0	0	0
6.A		Methan	38.598.000,00	11.046.000,00	0	0	50	0,596546085	0	0	0
6.B		Methan	2.226.211,52	60.936,75	0	0	75	0,004936391	0	0	0
6.B		Lachgas	2.342.219,21	2.414.592,77	2,267736686	13,60642012	13,79410374	0,035975459	0,038272137	0,006378689	0,038800053
6.D		Methan	49.777,90	536.234,20	1,408471747	42,25415242	42,27762043	0,024486911	0,026394829	0,000879828	0,026409488
6.D		Lachgas	13.982,61	323.111,33	1,179053321	49,58688591	49,60090141	0,017310544	0,018664397	0,000443793	0,018669672
Gesamt	(in Gg)		1.214.003,8	925.829,6				6,269 %			6,525 %

Die Unsicherheitsbestimmung für die Quellgruppen erfolgte einerseits bereits sukzessive im Rahmen der Zuarbeit der datenliefernden Facheinheiten im UBA zur aktuellen Emissionsberichterstattung. Andererseits wurden für Quellgruppen, für die bisher keine oder nur unvollständige Angaben zu den Unsicherheiten vorlagen, im Rahmen von Forschungsvorhaben weitere Unsicherheitsbestimmungen von externen Experten durchgeführt und die Ergebnisse in die Unsicherheitenanalyse der aktuellen Berichterstattung eingearbeitet.

Die Unsicherheiten in der Quellgruppe Landwirtschaft (CRF 4) werden von Experten des TI abgeschätzt.

Die derzeitige Arbeitsplanung sieht die Erstellung einer Tier-2-Unsicherheitenanalyse alle drei Jahre vor. Die Bestimmung der Unsicherheiten gemäß dem Tier-1-Ansatz werden in jedem Jahr durchgeführt und berichtet.

24 REFERENZEN

- AGEB, 2003: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (Hrsg.): Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland - Jahre 1990-1999, Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft der Elektrizitätswerke, Frankfurt a. M.
- AGEB, 2002: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (Hrsg.): Sonderauswertung für das UBA zur Darstellung von ausgewählten Energieverbräuchen in der Struktur der Energiebilanz vor 1995 für Zeitreihen von 1995 bis 1999 (unveröffentlicht)
- AGEB, 2010: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (Hrsg.): Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland
URL: <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=63> ,
(Aufruf: 25.08.2010 & 10.11.2010), Köln, Berlin.
- AGEB, 2012: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (Hrsg.): Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland
URL: <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=63> ,
(Aufruf: 02.08.2012), Köln, Berlin.
- AGEB, 2011a: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (Hrsg.): Heizwerte der Energieträger und Faktoren für die Umrechnung von spezifischen Mengeneinheiten in Wärmeinheiten (2000-2009) (veröffentlicht am 21. März.2011); URL: <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=65> (Aufruf: 10.10.2011), Köln, Berlin.
- AMD, 2002/2003: Amd Saxony LLC&Co. KG, Dresden, Umweltbericht. S. 16
- AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT: Richtlinie des Rates vom 21.Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser; Nr. L 135/40 , 30 S. 91, Artikel 2 Nr. 6
- ARBEITSGRUPPE BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung, 4. Auflage, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover, 392 S.
- ARBEITSGRUPPE BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. verbesserte und erweiterte Auflage, Hannover
- ATV, 2004: ATV-DVWK-M 374: Produktionsspezifische Abwässer und Abfälle aus der Glas- und Mineralfaserindustrie, ATV-DVWK Deutsche Vereinigung der Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., 08/2004
- AUGUSTIN, J. (2001): Emission, Aufnahme und Klimarelevanz von Spurengasen. - In: Succow, M. & H. Joosten [Hrsg.]: Landschaftsökologische Moorkunde. 2., völlig Neubearb. Aufl.: 28-38; Stuttgart (Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung).
- BACHMAIER, H., und GRONAUER, A. (2007) Klimabilanz von Biogasstrom. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). Freising.
- BAFA, 2012: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Amtliche Mineralöl- und Mineralölprodukte-Daten für die Bundesrepublik Deutschland, URL: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/mineraloel_rohoel/amtliche_mineraloel_daten/index.html , (Aufruf: 01.10.2012), Eschborn.

- BAKER, J.M., OCHSNER, T.E., VENTEREA, R.T., GRIFFIS, T.J., 2007: Tillage and soil carbon sequestration - What do we really know? Agriculture, Ecosystems and Environment, 118, 1 – 5
- BARITZ, R.; SEUFERT, G.; MONTANARELLA, L.; VAN RANST, E. 2010: Carbon concentrations and stocks in forest soils of Europe. Forest Ecology and Management, 260, 262–277
- BAST, 2007: Bundesanstalt für Straßenwesen: Unterreihe Verkehrstechnik; V 164: "Straßenverkehrszählung 2005: Ergebnisse", Thorsten Kathmann, Hartmut Ziegler, Bernd Thomas; 62 Seiten; Bergisch Gladbach, 2007
- BAST, 2008: Bundesanstalt für Straßenwesen: Unterreihe Verkehrstechnik; V 166: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2006, Arnd Fitschen, Ingo Koßmann, 239 Seiten; Bergisch Gladbach, 2008
- BATZ, 1995: Kokereien und Produktmissionen. Mündliche Mitteilung. Umweltbundesamt.
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (LfL) (2007): 20 Jahre Boden-Dauerbeobachtung in Bayern, Teil 3: Entwicklung der Humusgehalte zwischen 1986 und 2007; Schriftenreihe, 10, Freising-Weihenstephan.
- BDZ 1995: Sonderauswertung des Bundesverbandes der deutschen Zementindustrie, erstellt für das UBA für die Jahre 1990-1994
- BFI 2012: VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH: Emissionsfaktoren zur Eisen- und Stahlindustrie für die Emissionsberichtserstattung. Forschungsbericht, Düsseldorf 2010. – gemeinsame Sonderpublikation von BFI und Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau 2012 (in Veröffentlichung)
- BGR 1995, 1997: Digitale Bodenübersichtskarte der BRD (BUEK 1000); Maßstab: 1:1.000.000; Hannover
- BGR (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe), 2011: Schätzprofile der BÜK 1000 n 2.3; FISBo BGR
- BGS BGSS-Bogen– „Brennstoff-, Gas- und Stromwirtschaft der Hochofen-Stahl- und Walzwerke sowie Schmiede-, Preß- und Hammerwerke einschließlich örtlich verbundener sonstiger Betriebe (ohne eigene Kokereien“ ab 2010 vom VDEh, davor Eisen/stahlstatistik des Statistischen Bundesamtes
- BEYER et al., 2004: Beyer, M.; Chudy, A.; Hoffmann, L.; Jentsch, W.; Laube, W.; Nehring, K.; Schiemann, R.: Rostocker Futterbewertungssystem. Kennzahlen des Futterwertes und Futterbedarfs auf der Basis von Nettoenergie. Dummerstorf: Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere. 392 pp.
- BLASING, T.J. (2012): Recent Greenhouse Gas Concentrations; http://cdiac.ornl.gov/pns/current_ghg.html; access date 01.11.2012
- BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) (Hrsg.), 2011: Waldbrandstatistik der Bundesrepublik Deutschland für das Jahr 2010, Bonn, 18 S.
- BLUM, W., HEINBACH, R. 2006: Endbericht zum BZE Ringversuch Humus 2006. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Freising, 216 S.

- BLUM, W.; HEINBACH, R. 2007: Endbericht zum BZE Ringversuch Mineralboden 2007. Teil 1. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Freising, 218 S.
- BMBF, 1997: Verbundvorhaben des Umweltbundesamtes mit dem BMBF: Deponiekörper, Förderkennzeichen 1460799A bis G (Teilvorhaben), Projektträger Abfallwirtschaft und Altlasten im Umweltbundesamt Berlin, Koordinierung Fachgebiet Abfall- und Siedlungswasserwirtschaft, Bergische Universität - Gesamthochschule Wuppertal
- BMELF (Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft), 1990: Bundeswaldinventur 1986 – 1990. Inventurbericht und Übersichtstabellen für das Bundesgebiet nach dem Gebietsstand bis zum 3. 10. 1990 einschließlich Berlin (West)
- BMELF (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten), 1994: Der Wald in den neuen Bundesländern - Eine Auswertung vorhandener Daten nach dem Muster der Bundeswaldinventur, Bonn, 38 S.
- BMVEL (Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft) (Hrsg.), 2001. Aufnahmeanweisung für die Bundeswaldinventur II (2001 - 2002), 2. korrigierte, überarbeitete Ausgabe, Mai 2001, Bonn, 108 S.
- BMELV (Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft) (Hrsg.), 2005. Die zweite Bundeswaldinventur – BWI²: Der Inventurbericht. Bonn, 231 S.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (Hrsg.), 2009: Waldbericht der Bundesregierung 2009. Berlin, 117 S. BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (Hrsg.), 2010: Aufnahmeanweisung für die Inventurstudie 2008 im Rahmen der Treibhausgasberichterstattung. 2. korrigierte, überarbeitete Aufl., Bonn, 60 S.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz), 2012: Konzept zur Erstellung von THG-Emissions- und Kohlenstoffinventaren der Quell- und Senkengruppen 4 und 5 im Zuständigkeitsbereich des BMELV, AZ: 521-65408/0002, unveröffentlicht.
- BMLFUW, 2005: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Österreich (2005): Abschätzung der Auswirkungen des Tanktourismus auf den Treibstoffverbrauch und die Entwicklung der CO₂-Emissionen in Österreich. Wien.
- BMU, 1990: Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Karl Eugen Huthmacher: Eckwerte der ökologischen Sanierung und Entwicklung in den neuen Ländern, Bonn
- BMVg, 2011: Bundesministerium der Verteidigung: Energieeinsatz zur Wärmeversorgung der Bundeswehr (unveröffentlicht).
- BÖRJESSON, P., und BERGLUND, M. (2008): Environmental systems analysis of biogas systems—Part II: The environmental impact of replacing various reference systems. Biomass and Bioenergy 31 (2007) 326–344.
- BPB, 2002: Bundeszentrale für politische Bildung. Projektgruppe Zukunft der Wirtschaft, Die Zukunft der Wirtschaft, Landwirtschaft und Ernährung, herausgegeben von Margarete Wohlan

- BOSSHARD, H.H. 1984: Holzkunde. Band 2: Zur Biologie, Physik und Chemie des Holzes. Birkhäuser, Basel. 312 S.
- BURSCHEL, P.; KÜRSTEN, E.; LARSON, B.C. (1993): Die Rolle von Wald und Forstwirtschaft im Kohlenstoffhaushalt - eine Betrachtung für die Bundesrepublik Deutschland. Forstliche Forschungsberichte München, Forstwissenschaftliche Fakultät d. Universität München u. Bayrische Landesanstalt f. Wald u. Forstwirtschaft, Freising, 135 S.
- BV Glas, 2012: Jahresbericht des Bundesverband Glasindustrie e.V., mit statistischem Anhang
- BV Kalk, 2011 (Bundesverband der deutschen Kalkindustrie e.V.): Kalk Daten nationaler Inventarbericht; per E-Mail an das UBA übermittelt.
- BVE, 2012: Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e.V., Broschüre Ernährungsindustrie 2012, URL: www.bve-online.de
- BYRNE, K.A., B. Chojnicki, T.R. Christensen, M. Drösler, A. Freibauer, T. Friborg, S. Frolking, A. Lindroth, J. Mailhammer, N. Malmer, P. Selin, J. Turunen, R. Valenti & L. Zetterberg, 2004: EU Peatlands: Current Carbon Stocks and Trace Gas Fluxes. CarboEurope-GHG Report 4/2004. Specific Study, Tipo-Lito Recchioni, Viterbo, October 2004, S.58.
- CAIRNS, M.A.; BROWN, S.; HELMER, E.H.; BAUMGARDNER, G.A., 1997: Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia*, Vol. 111 (1), pp. 1-11
- COOLS, N.; VERSCHELDE, P.; QUATAERT, P.; MIKKELSEN, J.; DE VOS, B. 2006: Quality Assurance and Quality Control in Forest Soil Analysis: 4th Forest Soil Co-ordinating Centre (FSCC) Interlaboratory Comparison, Research Institute for Nature and Forest, Geraardsbergen, 66p + annex, <http://www.icp-forests.org/DocsSoil/4thSoilRingtest.pdf> [zitiert am 20.08.2010]
- CORINAIR, 2006 - EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2006, EEA technical report No. 11/2006; Dezember 2006, Kopenhagen 2006
URL: <http://www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR4>
- CLODIC., D & BEN YAHIA, M. 1997: Centre d'Energétique, Ecole des Mines de Paris: New Test Bench for Measuring Leak Flow Rate of Mobile Air Conditioning Hoses and Fittings. Earth Technology Conference, Baltimore.
- CLODIC D., BARRAULT S., SABA S. 2012: Global inventories of the worldwide fleets of refrigerating and airconditioning equipment in order to determine refrigerant emissions, The 1990 to 2006 updating. Extracts from the Final Report, April 2012.
- CLODIC D., BARRAULT S. 2011: 1990 to 2010 Refrigerant inventories for Europe. Previsions on banks and emissions from 2006 to 2030 for the European Union. Final report. Part A 1990 to 2010 refrigerant inventories for Europe. 18.10.2011.
- DÄMMGEN et al. (2011a): Dämmgen, U.; Amon, B.; Gyldenkerne, S.; Hutchings, N.J.; Kleine Klausling, H.; Haenel, H.-D.; Rösemann, C.: Reassessment of the calculation procedure for the volatile solids excretion rates of cattle and pigs in the Austrian, Danish and German agricultural emission inventories. *Landbauforschung*, 61: 115 - 126

- DÄMMGEN et al. (2011b): Dämmgen, U.; Brade, W.; Schulz, J.; Kleine Klausing, H.; Hutchings, N.J.; Haenel, H.-D.; Rösemann, C.: The effect of feed composition and feeding strategies on excretion rates in German pig production. *Landbauforschung*, 61: 327-342
- DÄMMGEN, U.; HUTCHINGS N.J., 2005: The assessment of emissions of nitrogen species from agriculture using the methodology of the atmospheric emission inventory guidebook. In: Kuczyński T, Dämmgen U, Webb J, Myczko A (eds) Emissions from European agriculture. Wageningen Academic Publishers, Wageningen. pp 51-62
- DÄMMGEN et al, 2002: Dämmgen, U., Lüttich, M., Döhler, H., Eurich-Menden, B., Osterburg, B.: GAS-EM – A Procedure to Calculate Gaseous Emissions from Agriculture. *Landbauforschung Völkenrode* 52, S. 19-42.
- DÄMMGEN et al, 2012a: Dämmgen, U., Amon, B., Hutchings, N.J., Haenel, H.-D., Rösemann, C.: Data sets to assess methane emissions from untreated cattle and pig slurry and manure storage systems in the German and Austrian emission inventories. *Landbauforschung* 62, 1 – 20.
- DÄMMGEN et al, 2012b: Dämmgen, U., Rösemann, C., Haenel H.-D., Hutchings N.J.: Enteric methane emissions from German dairy cows. *Landbauforschung*, 62: 21 – 32.
- DAV, 2011: Deutscher Asphaltverband e.V., Schieffelingsweg 6, 53123 Bonn, Veröffentlichung zur Asphaltproduktion in Deutschland, <http://www.asphalt.de/site/startseite/aktuelles/asphaltproduktion/> (Dokument asphalt10.pdf), Stand April 2011
- DBU, 2002: Vogt, R., Knappe, F., Giegrich, J., Detzel, A., IFEU-Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg (Hrsg.): Ökobilanz Bioabfallverwertung. Untersuchung zur Umweltverträglichkeit von Systemen zur Verwertung von biologisch-organischen Abfällen. Initiativen zum Umweltschutz, Band 52. Erich Schmidt Verlag, Berlin 2002
- DEBRIV, 2004: Deutscher Braunkohlen-Industrie-Verein e.V., Mitteilung vom 15. September 2004 an das IKP Stuttgart.
- DEHSt, 2012: Fackelverluste des JI-Projektes im Saarland:
<https://www.jicdm.dehst.de/promechg/pages/project2.aspx?PID=3184&ctit=&ccat=&scop=&cpac=&cstat=&chost=&cred1=&cred2=>
- DE VRIES, W.; REINDS, G.J.; GUNDERSON, P; STERBA, H. 2006: The impact of nitrogen deposition on carbon sequestration in European Forests and forest soils. *Global Change Biology*, 12, 1151-1173
- DGE, 2008: Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V.: Ernährungsbericht 2008, ISBN 978-3-88749-214-4
- DGMK, 1992: Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle e.V.: Forschungsbericht 448-2 - Ansatzpunkte und Potentiale zur Minderung des Treibhauseffektes aus Sicht der fossilen Energieträger, Hamburg, Seite II-89
- DIE VERBRAUCHER INITIATIVE e.V., 2005: Distickstoffmonoxid, (Online Dokument) <http://www.zusatzstoffe-online.de/html/zusatz.php3?nr=942> , Zugriff Mai 2005

- DIETER, M., ELSASSER, P., 2002: Carbon Stocks and Carbon Stock Changes in the Tree Biomass of Germany's Forests. In: Forstwissenschaftliches Centralblatt (121. Jahrgang), S. 195-210. Berlin: Blackwell Wissenschafts-Verlag
- DIETER, M.; ENGLERT, H. 2005: Gegenüberstellung und forstpolitische Diskussion unterschiedlicher Holzeinschlagsschätzungen für die Bundesrepublik Deutschland. Arbeitsbericht des Instituts für Ökonomie 2005/2, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Institut für Ökonomie
- DIN, 2003: DIN EN 1279-3: Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 3: Langzeitprüfverfahren und Anforderungen bezüglich Gasverlustrate und Grenzabweichungen für die Gaskonzentration; Deutsche Fassung EN 1279-3:2002
- DIN, 2004: Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN). DIN 1343. Referenzzustand, Normzustand, Normvolumen; Begriffe und Werte. Internetseite mit Recherchefunktionen. URL: <http://www2.din.de>. Berlin.
- DIW, 1991: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Entwicklung des Energieverbrauchs und seiner Determinanten in der ehemaligen DDR. Von Hans-Joachim Ziesing. Untersuchung im Auftrag des Bundesministers für Wirtschaft. Im Unterauftrag: Institut für Energetik (IfE), Leipzig; Institut für Wirtschaftswissenschaften der Akademie der Wissenschaften, Berlin; Staatliche Vorratskommission für nutzbare Ressourcen der Erdkruste, Berlin. Berlin, April 1991
- DIW, 2002: Rieke, H. (DIW): Fahrleistungen und Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr; in: DIW Wochenbericht Nr. 51-52/2002; Berlin, Dezember 2002; Ergebnisse auch kontinuierlich veröffentlicht in „Verkehr in Zahlen“
- DLG, 2005: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (ed.) Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. Arbeiten der DLG/Band 199. DLG-Verlag, Frankfurt/Main. 69 pp
- DMT 2005: Freundliche persönliche Mitteilung von Herrn Meiners, Deutsche Montan Technologie. 28.09.2005. Gelsenkirchen.
- DMT 2011: Meiners et al: „Diffuse Emissionen fester Brennstoffe (Kohlen) – Emissionen von Grubengas aus stillgelegten Bergwerken; Potential zur Freisetzung und Verwertung von Grubengas“, FKZ 360 16 028 im Auftrag des Umweltbundesamtes 2011
- DÖPELHEUER, 2002: Anwendungsorientierte Verfahren zur Bestimmung von CO, HC und Ruß aus Luftfahrttriebwerken, Dissertationsschrift des DLR, Institut für Antriebstechnik, Köln, 2002
- DRÖSLER, M., ADELMANN, W., AUGUSTIN, J., BERGMAN, L., BEYER, C., CHOJNICKI, B., FÖRSTER, C., FREIBAUER, A., GIEBELS, M., GÖRLITZ, S., HÖPER, H., KANTELHARDT, J., LIEBERSBACH, H., HAHN-SCHÖFL, M., MINKE, M., PETSCHOW, U., PFADENHAUER, J., SCHALLER, L., SCHÄGNER, P., SOMMER, M., THUILLE, A., WEHRHAN, M., 2011: Klimaschutz durch Moorschutz. Schlussbericht des Vorhabens „Klimaschutz - Moornutzungsstrategien“ 2006-2010; 174 S.

- DüV - Düngeverordnung (2007) Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung – DüV). In der Fassung der Bekanntmachung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S.221).
- DÜWEL, O., SIEBNER, C.S., UTERMANN, J., KRONE, F., 2007: Gehalte an organischer Substanz in Oberböden Deutschlands – Bericht über länderübergreifende Auswertung von Punktinformationen im FISBo BGR-“; BGR, Hannover
- DUNGER, K.; OEHMICHEN, K.; STÜMER, W.; IOST, A.; RIEDEL, T. 2010c: Annex 3, Chapter 19.5.1: Other detailed methodological descriptions for the source/sink category “Land-use change and forestry” – Forest land (5.A), 575-585. In: Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol 2010. National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2008. Dessau: Federal Environment Agency, ISSN 1862-4359, 672 p.
- EC, 2006a: European Commission, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies: Integrated Pollution Prevention and Control – Reference Document on Best Available Techniques in the Production of Polymers. October 2006. Sevilla, Spain.
- EC, 2007: European Commission, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies: Integrated Pollution Prevention and Control – Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Large Volume Inorganic Chemicals - Solids and Others industry. October 2006. Sevilla, Spain.
- EC, 2012: Fleet Register der Europäischen Kommission;
URL: <http://ec.europa.eu/fisheries/fleet/index.cfm?method=Search.SearchAdvanced&country=DEU>, (Aufruf 22.10.2012)
- Einig, K., A. JONAS & B. ZASPEL, 2009: Eignung von CORINE-Geodaten und Daten der Flächenerhebung zur Analyse der Siedlungs- und Verkehrsflächenentwicklung in Deutschland. Statistisches Bundesamt - Wirtschaft und Statistik 4/2009, S.355 - 364
- EMEP, 2003: Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook, 3rd Edition September 2003 UPDATE, EEA, Copenhagen, 2003
- EMEP, 2005: European Environment Agency: EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2005. Technical report No 30., Stand: 31.12.2005
URL: <http://reports.eea.europa.eu/EMEPCORINAIR4/en/>
- EMEP (2006) -EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2006, Technical Report No 11/2006. <http://www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR4>
- EMEP, 2009: EMEP (2009) -EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2009, Technical Report No 6/2009. <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009>

- EMEP/EEA, 2010: EMEP/EEA Guidebook 2009, Kapitel 1.A.3.a, 1.A.5.b Aviation, URL: <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-a-aviation.pdf> (Update Dezember 2010) und http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-a-aviation_annex.zip.
- EUROCONTROL, 2004 – The Advanced Emission Model (AEM3) - Validation Report, Jelinek, F., Carlier, S., Smith, J., EEC Report EEC/SEE/2004/004, Brüssel 2004. URL: http://www.eurocontrol.int/eec/public/standard_page/DOC_Report_2004_016.html
- EUROCONTROL, 2006 – The Advanced Emission Model (AEM3) - Validation Report, Jelinek, F., Carlier, S., Smith, J., EEC Report EEC/SEE/2004/004, Brüssel 2004 URL: http://www.eurocontrol.int/eec/public/standard_page/DOC_Report_2004_016.html http://www.eurocontrol.int/eec/public/standard_page/DOC_Report_2006_030.html
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 1990: Soil Map of the World. Revised Legend. Reprinted with corrections. FAO, Rome, World Soil Resources Report 60
- FAO Statistical Yearbook 2004; Table D1 - Dietary energy protein and fat consumption 2004; www.fao.org/docrep/008/y5473m/y5473m00.HTM#Contents_en
- FAO: Statistical Yearbook 2007-2008 (2010) ; Table D1: Dietary energy protein and fat consumption
www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/fao-statistical-yearbook-2007-2008/d-consumption/en/;
- FAO Statistical Yearbook 2010; Table D1 - Dietary energy protein and fat consumption ; www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/ess-yearbook2010/yearbook2010-consumption/en/
- FAUSTZAHLEN (1993): Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau. 12th ed., Landwirtschaftsverlag, Münster, 1993
- FHG ISI, 1993: Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung: Emissionen der Treibhausgase Distickstoffoxid und Methan in Deutschland: Emissionsbilanz, Identifikation von Forschungs- und Handlungsbedarf sowie Erarbeitung von Handlungsempfehlungen ; Phase 1, UBA-Berichte 93/09, FKZ 10402682, E. Schmidt-Verlag Berlin, 1993
- FICHTNER et al. 2011: Fichtner, W; Karl, U; Hartel, R; Balussou, D: Fortschreibung der Emissionsfaktoren für Feuerungs- und Gasturbinenanlagen nach 13./17. BImSchV und TA Luft; Bericht zum Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes unter FKZ 3708 42 301, durchgeführt vom Deutsch-Französischen Institut für Umweltforschung (DFIU) und dem Europäischen Institut für Energieforschung (EIFER)
- FISCHER, 1997: Klimawirksame Emissionen durch PKW-Klimaanlagen. Diplomarbeit an der TU Berlin, FB 10, ISS-Fahrzeugtechnik.
- FOEN (Federal Office for the Environment) 2010: Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990 - 2008, Bern, Switzerland

- FORTMANN, H., P. RADEMACHER, H. GROH & H. HÖPER (in Veröffentlichung): Stoffgehalte und –vorräte im Boden und deren Veränderungen; GeoBerichte des LBEG;
- FRAVER et. al 2002, Fraver, S.; Wagner, R.G.; Day, M.; 2002. Dynamics of coarse woody debris following gap harvesting in the Acadian forest of central Main, U.S.A. Can. J. For. Res. 32, 2094-2105.
- FRAUENHOFER ISI 2000: Reichert und Schön: "Methanemissionen durch den Einsatz von Gas in Deutschland von 1990 bis 1997 mit einem Ausblick auf 2010"; Auftragsnummer AG GI5-46043-3/31 im Auftrag des Deutschenvereins des Gas- und Wasserfaches e.V., Karlsruhe 2000
- FREIBAUER, A. (2003): Regionalised inventory of biogenic greenhouse gas emissions from European agriculture. European Journal of Agronomy 19(2): 135-160
- FREIBAUER, A.; GENSITOR, A. 2011: Annex 3, Chapter 19.5.2: Other detailed methodological descriptions for the source/sink category "Land-use change and forestry" (5) – Cropland, grassland, wetlands, settlements and other areas (5.B/5.C/5.D/5.E/5.F), 650-671. In: Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol 2011. National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2009. Dessau: Federal Environment Agency, ISSN 1862-4359, 755 p.
- FULLER, R., SMITH, G. und DEVEREUX, B. (2003): The characterisation and measurement of land cover change through remote sensing: problems in operational applications. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 4: 234-253.
- GÄRTNER, S.; MÜNCH, J.; REINHARDT, G. und VOGT, R. (2008): Materialband: E. Ökobilanzen. In: BMU-Bericht „Optimierungen für einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland“, FKZ: 0327544.
- GDA, 2011: Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V. (GDA) – GDA Startseite – Produktion, URL: : <http://www.aluinfo.de/index.php/produktion.html>
- GENSITOR, A. & J. ZEITZ (1999): Einfluss einer Wiedervernässungsmaßnahme auf die Dynamik chemischer und physikalischer Bodeneigenschaften eines degradierten Niedermoores. Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung, 38, S. 267 – 302
- GfE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen (2006): Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 10. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. Frankfurt/M., DLG, 247 S.
- GICON, 2008: Implementierung der Bilanz der Emissionsursachen auf Basis der MESAP-Datenbank Bachmann, Thomas; Kalies, Heiko GICON, Großmann Ingenieur Consult GmbH Niederlassung Leipzig 2008
- GLOBAL CARBON PROJECT: The Carbon Budget 2010; <http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/10/hl-full.htm#AtmosphericEmissions>; access date: 01.11.2012

- GRUNDNER, F.; SCHWAPPACH, A. 1952: Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbäume und Waldbestände. 10. Aufl. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 216 S.
- GSE 2003: Service 'Forest Monitoring Inputs for Greenhouse Gas (GHG) Reporting'. Service Results 2003, Reporting Area: Main parts of the Federal State "Saxony", Issue 1.0, 50 p.
- GSE 2006: S6 Service Operations Report. Forest Monitoring Inputs for National Greenhouse Gas (GHG) Reporting. Service to BMELV. GSEFM-T2-S6-Ph1. Issue 1.0, 125 p.
- GSE 2007: S6 Service Operations Report. Forest Monitoring Inputs for National Greenhouse Gas (GHG) Reporting. Service to BMELV. GSEFM-T3-S6-Ph2. Issue 2.1, 93 p.
- GSE 2009: S6 Service Operations Report. Forest Monitoring Inputs for National Greenhouse Gas (GHG) Reporting. Service to BMELV. GSEFM-T3-S6-Ph3. Issue 1.0, 211 p.
- HAENEL et al. (2011): Haenel, H.-D.; Dämmgen, U.; Rösemann, C.: Estimating numbers of piglets, weaners and fattening pigs for the German agricultural emission inventory. Landbauforschung, 61: 229 – 236.
- HAENEL et al. (2011a): Haenel, H.-D.; Dämmgen, U.; Laubach, P.; Rösemann, C.: Update of the calculation of metabolizable energy requirements for pigs in the German agricultural emission inventory. Landbauforschung, 61: 217 – 228.
- HAENEL et al. (2012): Haenel, H.-D.; Rösemann, C.; Dämmgen, U.; Poddey, E.; Freibauer, A.; Döhler, H.; Eurich-Menden, B.; Wulf, S.; Dieterle, M.; Osterburg, B.: Calculation of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2010. Report on methods and data. Landbauforschung, Special Issue 356:
http://www.ti.bund.de/fileadmin/dam_uploads/Institute/AK/PDFs/SH_356.zip
- HAENEL et al. (2012a): Haenel D.; Rösemann C.; Dämmgen U.: Antwort auf die Anfrage zur Berechnung der Methanemissionen der Rinder; 14.01.2013 (unveröffentlicht; hinterlegt in der Inventarbeschreibung Landwirtschaft: Inventarüberprüfung 2012)
- HÄUSSLER, T., SIEGMUND, R., RIEDEL, T. und KENTER, B. (2006): S6 Service Operations Report. Forest Monitoring Inputs for National Greenhouse Gas (GHG) Reporting. Service to BMELV. Stage 2 of the Earthwatch GMES Service Element. Technischer Bericht, GAF AG, München
- HAKKILA, P. 1972: Utilisation of residual forest biomass. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 568 S.
- HENRICHSMEYER et al, 1996: Henrichsmeyer, W.; Cypris, Ch.; Löhe, W.; Meuth, M.; Isermeyer F; Heinrich, I.; Schefski, A.; Neander, E.; Fasterding, F.; Neumann, M.; Nieberg, H.: Entwicklung des gesamtdeutschen Agrarsektormodells RAUMIS96. Endbericht zum Kooperationsprojekt. Forschungsbericht für das BMELF (94 HS 021), Bonn, Braunschweig
- HOBBS et al., 2004: Hobbs P.J.; Webb J.; Mottram T.T.; Grant B.; Misselbrook T.M.: Emissions of volatile organic compounds originating from UK livestock agriculture. J Science of Food and Agriculture 84, 1414-1420

- HÖPER, H. (2002): Carbon and nitrogen mineralization rates in German agriculturally used fenlands. In: Broll, G. Merbach, W. und E.-M. Pfeiffer (Hrsg.): Wetlands in Central Europe. Soil organisms, soil ecological processes, and trace gas emissions. Springer, Berlin, 149-164.
- HVG, 2008: Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung. Teilvorhaben 02: Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Glas- und Mineralfaserindustrie., Forschungsbericht in Veröffentlichung
- IER, 2008: Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung Stuttgart (Herausgeber),: Theloke, Jochen; Wagner, Susanne; Jepsen Dirk: Emissionen aus der Nahrungsmittelindustrie, Forschungsbericht UBA-FB 001480, FKZ 206 42 101/01.
- IFE, 1991: IfE Leipzig GmbH, Energiebilanz 1990 für die neuen Bundesländer. Von Jochen Hesselbach und Mitarbeit von Bernd Lemnitz, Elke Lindner, Hans-Albert Müller und Ursula Zehrfeld. Untersuchung im Auftrag des Bundesministers für Wirtschaft, Leipzig 1991
- IFEU, 2002, Knörr, W. et al, IFEU - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH: Aktualisierung des Daten- und Rechenmodells: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen aus dem motorisierten Verkehr in Deutschland 1980 bis 2020; sowie TREMOD 3.0 ; im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 201 45 112; Berlin 2002
- IFEU, 2003a: Detzel, A., Vogt, R., Fehrenbach, H., Knappe, F., Gromke, U., IFEU - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH: Anpassung der deutschen Methodik zur rechnerischen Emissionsermittlung an internationale Richtlinien. Teil Abfall/Abwasser, Februar 2003
- IFEU, 2009: Helms, H., Lambrecht, U., Knörr, W. , IFEU - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH: Aktualisierung des Modells TREMOD-Mobile Machinery , im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 360 16 018, Heidelberg, Korrigendum 11.02.2010.
- IFEU, 2012: Knörr, W. et al, IFEU - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH: Fortschreibung des Daten- und Rechenmodells: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030, sowie TREMOD 5.3, im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3707 45 101, Berlin.
- IFEU & INFRAS, 2009: IFEU – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH und INFRAS Zürich: Ermittlung der Unsicherheiten der mit den Modellen TREMOD und TREMOD-MM berechneten Luftschadstoffemissionen des landgebundenen Verkehrs in Deutschland, FKZ 360 16 023, Heidelberg & Zürich.
- IFEU & ÖKO-INSTITUT, 2010: Entwicklung eines eigenständigen Modells zur Berechnung des Flugverkehrs (TREMOD-AV), Endbericht zum F+E-Vorhaben 360 16 029; URL: <http://www.uba.de/uba-info-medien/4357.html>, Berlin & Heidelberg, November 2010
- IGZ (2007): IGZ – Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau, Großbeeren/Erfurt. Düngung im Freilandgemüsebau – Datenbasis für eine erfolgreiche Düngung im Freilandgemüsebau (2. Auflage). Berlin/Bonn.
http://www.igzev.de/files/Dueng_im_FGB.pdf

- IKP, 1996: Institut für Kunststoffprüfung und Kunststoffkunde (IKP), Universität Stuttgart: Ganzheitliche Bilanzierung von Dachbahnen aus Bitumen. In elektronischer Form über die UBA-Fachbibliothek zu beziehen (Signatur UM 381318)
- INFRAS, 2010: Handbuch der Emissionsfaktoren 3.1 -, Bern, Januar 2010: URL: <http://www.hbefa.net>
- IPCC, 1996a: Intergovernmental Panel on Climate Change: Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Workbook, 1996
- IPCC, 1996b: Intergovernmental Panel on Climate Change: Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 3: Reference Manual, 1996
- IPCC, 1996c: Intergovernmental Panel on the Climate Change, Emission Inventory Guidebook, 1996: B 465, B466, B 644
- IPCC, 1999: Intergovernmental Panel on Climate Change: Aviation and the Global Atmosphere, Kapitel 9, Aircraft Emissions: Current Inventories and Future Scenarios, Cambridge University Press, 1999
- IPCC, 2000: Intergovernmental Panel on Climate Change, Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, IPCC Secretariat, 16th Session, Montreal, 1-8 May 2000
<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/>
- IPCC, 2003: Intergovernmental Panel on Climate Change: Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. vi + 307 S.
- IPCC, 2004: Intergovernmental Panel on Climate Change: Synthesis and Assessment Report on the Greenhouse Gas Inventories submitted in 2004, Part I. FCCC/WEB/SAI/2004. Bonn.
- IPCC, 2006: Intergovernmental Panel on Climate Change: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Reference Manual, Volume 4, 2006
- IPCC 2006a – Intergovernmental Panel on Climate Change: Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Energy, Chapter 3_ Mobile Combustion, S. 3.61;
URL: http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf
- IPCC, 2006b – Intergovernmental Panel on Climate Change: Datenbank für Emissionsfaktoren des IPCC; URL: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php>
- IPCC 2006c: IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 6 Wastewater Treatment and Discharge, 2006
- IPCC, 2007: Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 URL: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/contents.html
- IPCC, et al, 1997: IPCC/UNEP/OECD/IEA: Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Greenhouse Gas Inventory. Volume 3. Reference Manual. URL: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs6.htm>

- IVT, 2004: Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung e.V.: Fahrleistungserhebung 2002, Teil: Begleitung und Auswertung. Untersuchung im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, Projektnummer FE 82.201/2001. Heilbronn/Mannheim.
- JARVIS & PAIN, 1994: Jarvis, S.C.; Pain, B.F.: Greenhouse gas emissions from intensive livestock systems: their estimation and technologies for reduction. Climatic Change 27, 27-38.
- KIRCHGESSNER et al. (1994): Kirchgessner M, Windisch W, Müller HL : Methane release from dairy cows and pigs. In: Aguilera JF (ed) Proc XIII Symp on energy metabolism of farm animals. EAAP Publ 76:399-402
- KIRCHGESSNER, M.; ROTH, F.X.; SCHWARZ, F.J.; STANGL, G.I. (2008): Tierernährung. 12. Auflage. DLG-Verlag, Frankfurt a.M., 635 S.
- KNIGGE, W.; SCHULZ, H. (1966): Grundriss der Forstbenutzung. Paul Parey Verlag, Hamburg und Berlin, 584 S.
- KÖNIG, H.-C., 2007. Waldbrandschutz - Kompendium für Forst und Feuerwehr, 1. Fachverlag Matthias Grimm, Berlin, 197 pp.
- KÖNIG, N.; BLUM, U.; SYMOSSEK, F.; BUSSIAN, B.; ELLINGHAUS, R.; FURTMANN, K.; GÄRTNER, A.; GUTWASSER, F.; HAUENSTEIN, M.; KIESLING, G.; KLINGENBERG, U.; KLINGER, T.; MÖLLER, A.; NACK, T.; REICHELT, L.; SCHIMMING, C.; STAHN, M.; TREFZ-MALCHER, G.; UTERMANN, J. 2005: Handbuch Forstliche Analytik. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Bonn, 510 S.
<http://www.bmelv.de/SharedDocs/Standardartikel/Landwirtschaft/Wald-Jagd/WaldBodenZustand/Handbuch-Forstliche-Analytik.html>
- KOLLMANN, F. 1982: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
- KONOPATZKY, A. 2009: Die Veränderungen von Corg- und Nt-Zuständen der Waldböden im Norddeutschen Tiefland am Beispiel Brandenburgs. Tagungsbeitrag zu Kommission III, Böden eine endliche Ressource. DBG, Bonn, 4 S., <http://eprints.dbges.de/373/>
- KORRESPONDENZ ABWASSER, ABFALL 2009: Organ der DWA und des Güteschutz Kanalbau, 56. Jahrgang, Nr. 11, November 2009
- KTBL, 2005: Methodenaktualisierung für die Emissionsberechnung 2003. F+E Vorhaben 203 412 53 des UFOPLAN 2003. Teilvorhaben 04: EF Landwirtschaft: Landwirtschaft – Ermittlung und Anpassung von Emissionsfaktoren (CRF 4). Abschlussbericht. KTBL, Darmstadt, 90 S.
- KTBL, 2012: Dokumentation zur Datenaufbereitung der Aktivitätsdaten Biogas für den Nationalen Inventarbericht, Submission 2013 für 2011 (Stand: August 2012). Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), Darmstadt, 8 S.
- KURZ, W.A.; BEUKEMA, S.J.; APPS, M.J. (1996): Estimation of root biomass and dynamics for the carbon budget model of the Canadian forest sector, Can. J. For. Res., Nr. 26 (11), pp.1973-1979

- LABER, H. (2005): Biologische N₂-Fixierung von Gemüseerbsen und –buschbohnen. In: Infodienst 02/2005 für Beratung und Schule der Sächsischen Agrarverwaltung. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.), 81-89
- LALE, Andreas 2000: Langzeitemissionsverhalten von Deponien für Siedlungsabfälle in den neuen Bundesländern. TU Dresden, Dissertation; Fakultät Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften.
- LANGE, Hans-Jürgen, 1988: Kokereien. VOC aus Produktmissionen. Umweltbundesamt. Vermerk. Blatt 2.2.88 vorbehaltlich weiterer Recherchen. Angaben für 1990 – 1995, Angenommener VOC Anteil von 50%. Unveröffentlicht.
- LECHTENBÖHMER et al, 2005: Lechtenböhrmer, S.; Harthan, R.; Dämmgen, U.; Strogies, M: Umsetzung des Inventarplanes und nationale unabhängige Überprüfung der Emissionsinventare für Treibhausgase. Teilvorhaben 01. Pilotstudie unabhängige bilaterale Inventarüberprüfung. Endbericht im Auftrag des Umweltbundesamts FKZ: 202 42 203. unveröffentlicht.
- LENK et al., 2005: Auswirkungen des Tanktourismus auf das deutsche Steueraufkommen – eine finanzwissenschaftliche Bestandsaufnahme; Leipzig, 2005
- LINDE GAS GMBH, 2005: Aufschäumen von Molkereiprodukten; URL: <http://www.lindegas.at/international/web/lg/at/like/gatn.nsf/PrintView/63ED15ADE8FCF595C1256B7B004C6250> , Zugriff Mai 2005
- LISKI, J. 1995: Variation in soil organic carbon and thickness of soil horizons within a boreal forest stand - effect of trees and implications for sampling. Silva Fennica, 29, 255–266
- LISKI J.; PERRUCHOUD, D.; KARJALAINEN, T. 2002: Increasing carbon stocks in the forest soils of Western Europe. Forest Ecology and Management, 169, 159-175
- LUO, Z., WANG, E., SUN, O.J., 2010: Can no-tillage stimulate carbon sequestration in agricultural soils? A meta-analysis of paired experiments. Agriculture, Ecosystems and Environment, 139, 224 – 231
- MEYER, K., 1999: Die Flüsse der klimarelevanten Gase CO₂, CH₄, N₂O eines nordwestdeutschen Niedermoors unter dem Einfluss der Wiedervernässung. Göttinger Bodenkundliche Berichte, 111, 134 S.
- MELLERT, K.; WEIS, W.; RÜCKER, G. 2007: Ermittlung der (potentiell) zu erwartenden Signalstärke von Bodenveränderungen – Grundlage für die Bewertung und Interpretation von Ergebnissen der BZE II. BFH, Eberswalde, 92 S., http://bfh-web.fh-eberswalde.de/bze/front_content.php?idcat=120&idart=224
- MNUW, 1990: Ministerium für Naturschutz, Umweltschutz und Wasserwirtschaft 1990): Umweltbericht der DDR – Informationen zur Analyse der Umweltbedingungen in der DDR und zu weiteren Maßnahmen, März 1990, statistische Angaben für das Aufkommen an Siedlungsabfall für das Gebiet der ehemaligen DDR Tabelle 12, S. 56
- MOKANY, K., R.J. RAISON & A.S. PROKUSHKIN, 2006: Critical analysis of root:shoot ratios in terrestrial biomes. Global Change Biology, 12, 84 - 96

- MÜLLER-BBM (2009a): Bender et al „Inventarverbesserung 2008, Verbesserung und Ergänzung der aktuellen Inventardaten, IPCC-Kategorie (1996) 1.B.2 Diffuse Emissionen aus Erdöl und Erdgas“, Müller-BBM; Bericht Nr. M 76 595/4, UBA FKZ 360 16 012, 136 S.
- MÜLLER-BBM (2009b): Bender et al „Aufbereitung von Daten der Emissionserklärungen gemäß 11. BImSchV aus dem Jahre 2004 für die Verwendung bei der UNFCCC- und UNECE-Berichterstattung - Bereich Lageranlagen“, Müller-BBM Bericht Nr. M74 244/7, UBA FKZ 3707 42 103/01, 31 S.
- MÜLLER-BBM (2012): Bender und Langer „Ermittlung von Emissionsfaktoren und Aktivitätsraten im Bereich IPCC (1996) 1.B.2.b.iii“, Müller-BBM Bericht Nr. M96023/01, UBA FKZ 360 16 035, 41 S.
- MÜLLER-USING, S.; BARTSCH, N.; 2009. Decay dynamic of coarse and fine woody debris of a beech (*Fagus sylvatica* L.) forest in Central Germany. *Eur J Forest Res*, 128, 287-296
- MUNDEL, G. (1976): Untersuchungen zur Torfmineralisation in Niedermooren.- Archiv Acker-, Pflanzenbau und Bodenkunde. H. 10, 20: 669-679
- MWV, 2006: Mineralölwirtschaftsverband, „Mineralölzahlen 2005“.
- MWV, 2011: Mineralölwirtschaftsverband: MWV Jahresbericht Mineralölzahlen 2010
URL: http://www.mwv.de/upload/Publikationen/dateien/JB_2010_dNrnbxXn6f7j2mf.pdf
, (Aufruf: 27.09.2011), Berlin.
- MWV, 2012: Mineralölwirtschaftsverband: MWV Jahresbericht Mineralöl-Zahlen 2011
URL: http://www.mwv.de/upload/Publikationen/dateien/2011_JB_Endfassung_Internet_cp2dg2sNbnpYyDX.pdf, (Aufruf: 22.10.2012), Berlin.
- NABUURS G.J.; SCHELHAAS M.J. 2002: Carbon profiles of typical forest types across Europe assessed with CO2FIX. *Ecological Indicators*, 1, 3, 213-223
- OECD/IEA, 2011: CO₂-Emissions from fuel combustion 2011 Edition - Highlights, OECD & IEA, Paris, URL: <http://www.iea.org/co2highlights/co2highlights.pdf>
- OEHMICHEN, K., DEMANT, B., DUNGER, K., GRÜNEBERG, E., HENNIG, P., KROIHER, K., NEUBAUER, M., POLLEY, H., RIEDEL, T., ROCK, J., SCHWITZGEBEL, F., STÜMER, W., WELLBROCK, N., ZICHE, D. und BOLTE, A. (2011): Inventurstudie 2008 und Treibhausgasinventar Wald, Band 343. *Landbauforschung — vTI Agriculture and Forestry Research*. ISBN 978-3-86576-069-2
- OEHMICHEN, K.; DUNGER, K.; Steuk, J.; STÜMER, W.; RIEDEL, T. 2011b: Annex 3, Chapter 19.5.1: Other detailed methodological descriptions for the source/sink category “Land-use change and forestry” (5) – Forest land (5.A), 637-649. In: Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol 2011. National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2009. Dessau: Federal Environment Agency, ISSN 1862-4359, 755 p.

- ÖKO-INSTITUT, 2004a: Arbeitsergebnisse aus dem F+E-Vorhaben 201 42 258 Unterstützung beim Aufbau eines Nationalen Systems für eine transparente Erhebung der Grundlagendaten und für die Emissionsberichterstattung entsprechend Artikel 5(1) des Kyoto-Protokolls, Auftragnehmer Öko-Institut, noch bis 15.10.2005 laufend (unveröffentlicht)
- ÖKO-INSTITUT, 2004b: Emissionen in Abwasser- und Schlammbehandlung. Arbeitspapier im Rahmen des dem F+E-Vorhaben 201 42 258 Unterstützung beim Aufbau eines Nationalen Systems für eine transparente Erhebung der Grundlagendaten und für die Emissionsberichterstattung entsprechend Artikel 5(1) des Kyoto-Protokolls (unveröffentlicht)
- ÖKO-INSTITUT, 2004c: CO₂ Emissionsfaktoren für die Erstellung der nationalen CO₂-Inventare. Teilbericht für den nationalen Inventarbericht 2004.
- ÖKO-INSTITUT, 2005 Analyse, Dokumentation und Überarbeitung der Bilanz der Emissionsursachen(BEU) / Verena Graichen, Ralph O. Harthan, Julia Repenning Weitere Titel Zeitnahe Erfassung und Bewertung des Energieumsatzes von stationären Quellen als Grundlage für strategische Entscheidungen, Bewertungen von Maßnahmen und die Erfüllung internationaler Berichtspflichten im Bereich Klimaschutz und Luftreinhaltung
- ÖKO-INSTITUT, 2006a: Kurzstudie - Stand und Entwicklung von Treibhausgasemissionen in den Vorketten für Erdöl und Erdgas für das Institut für wirtschaftliche Oelheizung e.V. (IWO), Endbericht erstellt von Uwe R. Fritsche. Darmstadt, Juli 2006.
- ÖKO-INSTITUT, 2006b: Datenaustausch zwischen Emissionshandel und Nationaler Klimaschutzberichterstattung, Abschlussbericht zum F+E-Vorhaben FKZ 205 41 521, Berlin, Dezember 2006. Unveröffentlicht.
- ÖKO-INSTITUT, 2009: Überarbeitung des Emissionsinventars des Flugverkehrs, vorläufiger Endbericht zum F+E-Vorhaben FKZ 360 16 019, Berlin, August 2009.
- ÖKO-INSTITUT, 2012: Inventartool zum deutschen Flugverkehrsinventar 1990-2011, im Rahmen der Aktualisierung des Moduls TREMOD-AV im Transportemissionsmodell TREMOD, Berlin, 2012
- ÖKO-INSTITUT / DIW 2007 (Öko-Institut – Institut für angewandte Ökologie e.V.) / DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) 2007: Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsdaten für die Berichte über Emissionen aus stationären Feuerungen im Rahmendes Nationalen Inventarberichtes und des Monitoring Mechanismus nach RLEG 99/296; Endbericht zum F&E-Vorhaben FKZ 204 41 132 i.A. des UBA; Berlin
- ÖKO-RECHERCHE, 1996, Büro für Umweltforschung und –beratung GmbH: Aktuelle und künftige Emissionen treibhauswirksamer fluorierter Verbindungen in Deutschland, im Auftrag des UBA, FKZ 106 01 074/01, Frankfurt am Main, 1996
- ÖKO-RECHERCHE, 2001: Emissionen des Kältemittels R-134a aus mobilen Klimaanlageen. Jährliche Emissionsraten von bis zu sieben Jahre alten PKW-Klimaanlagen, Gutachten für das Umweltbundesamt Berlin, Frankfurt.

- ÖKO-RECHERCHE, 2005: Emissionen und Emissionsprognose von H-FKW, FKW und SF₆ in Deutschland - Aktueller Stand und Entwicklung eines Systems zur jährlichen Ermittlung (Emissionsdaten bis 2003 und Emissionsprognosen für die Jahre 2010 und 2020), Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dessau, FKZ 202 41 356.
URL: http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql_medien.php?anfrage=Kennummer&Suchwort=3000
- ÖKO-RECHERCHE, 2007: Daten von H-FKW, FKW und SF₆ für die nationale Emissionsberichterstattung gemäß Klimarahmenkonvention für die Berichtsjahre 2004 und 2005 (F-Gas-Emissionen 2004/2005 und Unsicherheitsbestimmung im ZSE), Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dessau, FKZ 205 41 217/01. URL: http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql_medien.php?anfrage=Kennummer&Suchwort=3439
- ÖKO-RECHERCHE, 2009: Öko-Recherche - Büro für Umweltforschung und –beratung GmbH, Dr. Winfried Schwarz: SF₆ und NF₃ in der deutschen Photovoltaik-Industrie - Inventarverbesserung 2008 – Verbesserung und Ergänzung der Daten für die nationale Emissionsberichterstattung gemäß Klimarahmenkonvention in der Quellgruppe Photovoltaik (2.F.9.h), Endbericht, FuE-Vorhaben FKZ 360 16 027, Frankfurt a.M., Dezember 2009.
- ÖKO-RECHERCHE, Ecofys, 2003: Establishing the Leakage Rates of Mobile Air Conditioners. Report on the EU Commission (DG Environment). B4-3040/2002/337136/MAR/C1. Frankfurt/Nürnberg.
- ORELLAS, D.L., 1982: Heat and Products of Detonation for Explosives, Lawrence Livermore National Laboratory, University of California, USA, April 5th
- OSOWSKI, S., J. NEUMANN & H. FAHLENKAMP (2004): Nutzung biogener Festbrennstoffe in Vergasungsanlagen. Chemie Ingenieur Technik, 76, No. 7
- PAUL, C.; WEBER, M.; MOSANDL, R. 2009: Kohlenstoffbindung junger Aufforstungsflächen. München: Karl Gayer Institut & Technische Universität München, Lehrstuhl für Waldbau, 70 S (unveröffentlicht)
- PENNSYLVANIA COLLEGE OF AGRICULTURAL SCIENCES (2011): Calf Rumen Images. <http://www.das.psu.edu/research-extension/dairy/nutrition/calves/rumen> [2011-02-15]
- PIATKOWSKI B.; JENTSCH W. 2012: Anfrage zur Berechnung der Methanemissionen der Rinder; 18.12.2012 (unveröffentlicht; hinterlegt in der Inventarbeschreibung Landwirtschaft: Inventarüberprüfung 2012)
- PISTORIUS, T.; ZELL, J.; HARTEBRODT, C. 2006: Untersuchungen zur Rolle des Waldes und der Forstwirtschaft im Kohlenstoffhaushalt des Landes Baden-Württemberg; Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Institut für Forstökonomie, Technischer Bericht; 224 S.
- PÖPKEN, S., 2011: Obstanbau, Weinanbau und Weihnachtsbaumkulturen in Deutschland. Zwischenbericht des Forschungsprojekts „Methodenentwicklung zur Erfassung der Biomasse mehrjährig verholzter Pflanzen außerhalb von Waldflächen“; Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Weltforstwirtschaft

- PREISEGGER, 1999: Solvay Fluor und Derivate GmbH: Automotive Air Conditioning Impact of Refrigerant on Global Warming, in: Joint IPCC/TEAP Expert Meeting on Options for the Limitation of Emissions of HFCs and PFCs, Petten, 26-28 May 1999.
- PRIETZEL, J.; STETTER, U.; KLEMMT, H.-J.; REHFUESS, K.E. 2006: Recent carbon and nitrogen accumulation and acidification in soils of two Scots pine ecosystems in Southern Germany. *Plant and Soil*, 289, 153-170
- PROGNOS, 2000: Anwendung des IPCC-Referenzverfahrens zur Ermittlung der verbrennungsbedingten CO₂-Emissionen in Deutschland, Forschungsprojekt des UBA, FKZ 29744850, 2000
- RENTZ et al, 2002: Rentz, Otto; Karl, Ute; Peter, H.: Ermittlung und Evaluierung von Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen in Deutschland für die Jahre 1995, 2000 und 2010, Bericht zum Forschungsprojekt des Umweltbundesamtes unter FKZ 299 43 142, durchgeführt vom DFIU (Universität Karlsruhe, Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung)
- RENTZ et al. 2002b: O. Rentz, K. Gütling und U. Karl 2002: Erarbeitung der Grundlagen für das BVT-Merkblatt Großfeuerungsanlagen im Rahmen des Informationsaustausches nach Art. 16(2) IVU-Richtlinie, Forschungsbericht 200 46 317, Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes.
- RETTENBERGER et al, 1997: RETTENBERGER, STEGMANN: Neue Aspekte der Deponiegasnutzung. *Trierer Berichte zur Abfallwirtschaft* Band 11. *Economia-Verlag* Bonn 1997. u.a. S. 268, 319
- RICHTLINIE DES RATES vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser (91/271/EWG) (ABl. L 135 vom 30.5.1991, S. 40)
- RÖSEMANN et al. 2011: Rösemann C, Haenel H-D, Poddey E, Dämmgen U, Döhler H, Eurich-Menden B, Laubach P, Dieterle M, Osterburg B: Calculation of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2009. Methods and data. *Landbauforschung - vTI Agriculture and Forestry Research*, Sonderheft 342
- RÖSEMANN et al. 2013: Rösemann, C.; Haenel H.-D.; Dämmgen, U.; Poddey, E.; Freibauer, A.; Wulf, S.; Eurich-Menden, B.; Döhler, H.; Schreiner, C.; Bauer, B.; Osterburg, B.: Calculation of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2011. Report on methods and data (RMD). Submission 2013. Thünen Rep 1. URL: http://www.ti.bund.de/fileadmin/dam_uploads/Institute/AK/PDFs/Th%C3%BCnen_Report_1.zip
- ROTH, U.; DÖHLER, H.; HARTMANN, S.; WULF, S. (2011): Treibhausgasbilanzen und CO₂eq-Vermeidungskosten landwirtschaftlicher Biogasanlagen. In: *Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven*. KTBL-Schrift 488, Darmstadt, S. 196-208
- SACHS, L. 1984: *Angewandte Statistik*. Bd. 6. Aufl., Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
- SCHÖN, WALZ, et al. 1993: Emissionen der Treibhausgase Distickstoffoxid und Methan in Deutschland : Emissionsbilanz, Identifikation von Forschungs- und Handlungsbedarf sowie Erarbeitung von Handlungsempfehlungen, ISBN 3-503-03495-1

- SCHÖNING, I.; TOTSCHKE, K.U.; KOHEL-KNABNER, I. 2006: Small scale spatial variability of organic carbon stocks in litter and solum of a forested Luvisol. *Geoderma*, 136, 631-642
- SCHULZE, E.-D.; HÖGBERG, P.; VAN OENE, H.; PERSSON, T.; HARRISON, A. F.; READ, D. J.; KJÖLLER, A.; MATTEUCCI, G. 2000: Interactions between the carbon and nitrogen cycle and the role of biodiversity. *Ecological Studies*, 142, 468–492
- SCHWARZ, KIMMEL, GSCHREY; LEISEWITZ, SAUER o.J.: Modelle für die Inventurerhebung von F-Gasen, Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 363 01 351, 2012. Unveröffentlicht.
- SCHWITZGEBEL, F.; DUNGER, K.; POLLEY, H. 2009: Die Inventurstudie 2008. Ergebnisse einer Kohlenstoffinventur auf Bundeswaldinventur-Basis. Hintergrund, Methodik und Durchführung der Studie. *Allg Forst Z Waldwirtsch Umweltvorsorge* 64: 1070-1071
- SENER et al, 1991: SENER F, SCHERZ H.: Der Kleine "Souci-Fachmann-Kraut", Lebensmitteltabelle für die Praxis, 2. Auflage Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart
- SIEGL et al., 2002: R-134a Emissions from Vehicles, *ENVIRON. SCI & TECHNOL.*, VOL. 36, 561-566.
- SIX, J.; CONTANT, R.T.; PAPUL, E.A. & PAUSTIAN, K. 2002: Stabilization Mechanisms Of Soil Organic Matter: Implications For C-Saturation Of Soils. *Plant And Soil*, 241, 155-176
- SNEATH, R.W., CHADWICK, D.R., PHILLIPS, V.R., PAIN, B.F. 1997. A UK inventory of nitrous oxide emissions from farmed livestock. Commissions WA 0604 and WA 0605, SRI/IGER, May 1997.
- SOMMER S.G. 2001: Effect of composting on nutrient loss and nitrogen availability of cattle deep litter. *European Journal of Agronomy* 14, 123-133
- STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT e.V o.J.: Statistik der Kohlenwirtschaft, „Herstellung von Braunkohlenbriketts, Braunkohlenkoks, Staub-, Trocken- und Wirbelschichtkohle nach Revieren“, www.kohlenstatistik.de (Aufruf: 10.10.2011)
- STATISTISCHES BUNDESAMT, 1992: Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch 1992 für die Bundesrepublik Deutschland, Tab. 26.2.1 An Abfallbeseitigungsanlagen angelieferte Abfallmengen nach Art der Anlagen, Tab. 26.2.2 An Abfallbeseitigungsanlagen angelieferte Abfallmengen nach Abfallarten
- STATISTISCHES BUNDESAMT, 2002c: Statistisches Bundesamt, Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 1993 (WZ93), Wiesbaden 2002.
- STATISTISCHES BUNDESAMT, 2008, Klassifikation der Wirtschaftszweige mit Erläuterungen 2008, Wiesbaden.
- URL:
<http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Klassifikationen/GueterWirtschaftsklassifikationen/Content75/KlassifikationWZ08,templateId=renderPrint.psm1>

- STATISTISCHES BUNDESAMT 2012a: Statistisches Bundesamt, Statistik 066 „Monatsberichte über die Elektrizitätsversorgung / Dezember 2012“ Tab. 3.2 und Tab. 5b.
- STATISTISCHES BUNDESAMT, 2011b: Statistisches Bundesamt, Statistik 060: Auswertungen des Statistischen Bundesamtes der Bundesrepublik Deutschland „Energieverwendung der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie Bergbaus und Gewinnung von Steinen und Erden“
- STATISTISCHES BUNDESAMT, 2011c: Statistisches Bundesamt, Statistik 067: Auswertungen des Statistischen Bundesamtes der Bundesrepublik Deutschland „Stromerzeugungsanlagen der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie Bergbaus und Gewinnung von Steinen und Erden“
- STATISTISCHES BUNDESAMT, 2010e Umweltnutzung und Wirtschaft, Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (2010)
- [STATISTISCHES BUNDESAMT, 2010f Umweltnutzung und Wirtschaft, Tabellen zu den umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Teil 4: Wassereinsatz, Abwasser, Abfall, Flächennutzung, Umweltschutzmaßnahmen (2010)
- STATISTISCHES BUNDESAMT, 2011: Statistisches Jahrbuch 2011, erschienen im September 2011 unter http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Navigation/Publikationen/Querschnittsveroeffentlichungen/Jahrbuch,templateId=renderPrint.psml__nnn=true
- STATISTISCHES BUNDESAMT, 2011: Außenhandelsstatistik, Online-Abfrage (GENESIS) für die WA-Nr. 28362000 durch das UBA (Stand: 30.06.2011/ 14:49:01), Ausfuhr und Einfuhr nach Gewicht, Datei gesichert in der Inventarbeschreibung des UBA, Dessau-Roßlau 2011.
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 3, Reihe 3, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Landwirtschaftliche Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung (div. Jgg.)
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 3, Reihe 3.1.2, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei,– Bodennutzung der Betriebe (Landwirtschaftlich genutzte Flächen); (div. Jgg.)
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 3, Reihe 3.1.4, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Landwirtschaftliche Bodennutzung - Baumobstflächen - 2007
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 3, Reihe 3.2.1, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Wachstum und Ernte – Feldfrüchte; (div. Jgg.)
- STATISTISCHES BUNDESAMT, FACHSERIE 3, Reihe 3.2.2, versch. Jahrgänge: Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3.2.2: Erhebung der Weinerzeugung - Wein- und Mostmengen nach Qualitätsstufen und Weinmostart (Weißmost/Rotmost)
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 3 Reihe 4, versch. Jahrgänge: Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 4: Viehbestand und tierische Erzeugung.
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 3 Reihe 4.1, versch. Jahrgänge: Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 4.1: Viehbestand.

- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 4 Reihe 3.1, Jg. ab 1991: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 3.1: Produzierendes Gewerbe - Produktion im produzierenden Gewerbe, Wiesbaden
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 4 Reihe 4.1.1, Jg. ab 1991-2003: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 4.1.1: Erhebung über die Energieverwendung der Betriebe des verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden, Wiesbaden
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 4 Reihe 6.4, Jg. ab 1991: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 6.4: Stromerzeugungsanlagen der Betriebe im Bergbau und im verarbeitenden Gewerbe, Wiesbaden.
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 4 Reihe 8.1, versch. Jahrgänge bis 2009: Statistisches Bundesamt; Fachserie 4, Reihe 8.1; Eisen und Stahl, Poeschel-Verlag
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 4 Reihe 8.2, Jg. ab 1990: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 8.2: Produzierendes Gewerbe, Düngemittelversorgung, Wiesbaden.
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 8 Reihe 4, Jg. ab 1991: Statistisches Bundesamt, Fachserie 8, Reihe 4: Binnenschifffahrt (für die Jahre 1990-2003), Wiesbaden.
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 19 Reihe 1, Jg ab 1990: Statistisches Bundesamt, Fachserie 19, Reihe 1: Umwelt, Abfallentsorgung.
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 19, Reihe 2.1, 2011: Statistisches Bundesamt, Fachserie 19, Reihe 2.1: Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung, Klärschlamm (für die Jahre 1991, 1995, 1998, 2001, 2004, 2007), Wiesbaden
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 19 Reihe 2.2: Umwelt, Nichtöffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung 2007 (2009)
- STATISTISCHES BUNDESAMT, BGS-Bögen unveröffentlicht (Brennstoff-, Gas- und Stromwirtschaft der Hochofen-, Stahl- und Walzwerke sowie Schmiede-, Press- und Hammerwerke einschließlich der örtlich verbundenen sonstigen Betriebe (ohne eigene Kokerei))- Zusammenfassung der Erfassungsbögen der Eisen- und Stahl-Statistik (FS 4 Reihe 8.1)
- STATISTIK DER KOHLEWIRTSCHAFT e.V. Übersichten Download:
[URL:http://www.kohlenstatistik.de/home.htm](http://www.kohlenstatistik.de/home.htm) (Aufruf 12.10.2012)
- STEHFEST E; BOUWMAN L, 2006: N₂O und NO emission from agricultural fields and soils under natural vegetation: summarizing available measurement data and modelling of global emissions. Nutr. Cyl. Agroecosyst. 74, 207-228
- STEUK, J. 2010: Vorgaben zur Bewirtschaftung von Wald in Deutschland im Kontext internationaler Vorgaben nach IPCC. vTI-WOI Eberswalde (unveröffentlicht).
- STRAUSS, Karl 1998: Kraftwerkstechnik zur Nutzung fossiler, regenerativer und nuklearer Energiequellen. 4. Auflage. Springer-Verlag.
- STRUSCHKA, 2008: Struschka, Dr. M., Kilgus, D., Springmann, M.; Baumbach, Prof.Dr. Günter: Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung; UBA-Forschungsbericht 205 42 322; Dessau, 2008.

- TA LUFT, 1986: Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, vom 27. Februar 1986, Gemeinsames Ministerialblatt S. 95, ber. S. 202)
- TA LUFT, 2002: Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, vom 24. Juli 2002, Gemeinsames Ministerialblatt (GMBI). Nr. 25 - 29 vom 30.7. 2002 S. 511ff.
- TOMTER, S.M., HYLEN, G. & NILSEN, J.-E. 2010: Development of Norway's National Forest Inventory. In: Tomppo, E., Gschwantner, T., Lawrence, M. & McRoberts, R.E. (eds.): National Forest Inventories. Pathways for common reporting, pp. 411-424. Springer, Heidelberg. ISBN 978-90-481-3232-4.
- UBA, 1983: Greiner, B., Barghoorn, M. Dobberstein, J., Eder, G., Fuchs, J., Gössele, P.: Chemisch-physikalische Analyse von Hausmüll. Forschungsbericht 83-033 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin.
- UBA, 1986: Barghoorn, M., Gössele, P., Kaworski, W.: Bundesweite Hausmüllanalyse 1983-85, Forschungsbericht 10303508 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin.
- UBA, 1989b: Luftreinhaltung '88. Tendenzen - Probleme - Lösungen. Materialien zum Vierten Immissionsschutzbericht der Bundesregierung an den Deutschen Bundestag (Drucksache 11/2714) nach Paragraph 61 Bundes-Immissionsschutzgesetz Körperschaft, erschienen Berlin Schmidt, E.
- UBA, 1993: Umweltbundesamt: UBA-Text 9/93, Emissionen der Treibhausgase Distickstoffoxid und Methan in Deutschland. Auftragnehmer: Schön, M. et al. Fhg-ISI
- UBA, 2000a: UBA-Text 14/00: Pfeiffer, Frank / Struschka, Michael / Baumbach, Günter: Ermittlung der mittleren Emissionsfaktoren zur Darstellung der Emissionsentwicklung aus Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher, Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen, Universität Stuttgart, Herausgeber: Umweltbundesamt, FKZ 299 42 245 / 02, Berlin
- UBA, 2001: German Notes on BAT for the production of Large Volume Solid Inorganic Chemicals – Soda. URL: www.bvt.umweltbundesamt.de/archiv/sodad.pdf english: www.bvt.umweltbundesamt.de/archiv-e/sodae.pdf)
- UBA, 2003a: Projekthandbuch Decor, Umweltbundesamt, Förderkennzeichen IT 20, in Bearbeitung
- UBA, 2004: IZT, KPMG, DFIU: Arbeitsergebnisse aus dem F+E-Vorhaben 202 42 266 „Bestimmung und Einführung von Methoden zur Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle für die deutschen Inventare der Treibhausgasemissionen entsprechend den Vorgaben der Klimarahmenkonvention (KRK) und der Anforderung der ECE-Luftreinhaltetechnische Konvention“ (unveröffentlicht)
- UBA, 2004b: Dr. R. Joas; A. Potrykus; R. Schott; S. Wenzel: VOC-Minderungspotenzial beim Transport und Umschlag von Mineralölprodukten mittels Kesselwagen, FKZ 202 44 372, UBA-Texte 12/2004, Dessau.
URL: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2637.pdf>

UBA 2005b, FKZ 20442203/02: Endbericht zum Forschungsprojekt „Einsatz von Sekundärbrennstoffen“

UBA 2005c, FKZ 20541115: unveröffentlichter Zwischenbericht zum Forschungsprojekt „Bereitstellung der Energiedaten für stationäre Feuerungsanlagen zur Erfüllung der Berichtspflichten im Rahmen des Nationalen Treibhausgasinventars (NIR 2006) und des Berichtes zur Festlegung der zugewiesenen Mengen nach Kyoto-Protokoll“

UBA 2005d: Umweltbundesamt: Qualitätssystem Emissionsinventare. Handbuch zur Qualitätskontrolle und –sicherung bei der Erstellung von Emissionsinventaren und der Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen sowie der EU-Entscheidung 280/2004/EG, Dessau. Stand 24.08.2005.

UBA, 2006: Umweltbundesamt: UBA-Text 29/06, Lechtenböhmer, Nanning, Buttermann, Hillebrand: Bilanzierung der Gewinnung und Verwendung von Kalkstein und Ausweisung der CO₂-Emissionen, Forschungsbericht FKZ 20541217/02, Dessau 2006

UBA, 2007: Dr. Matthias Kühle-Weidemeier, Wasteconsult International: Endbericht des UFOPlan-Projekts „Anlagen zur mechanisch-biologischen Restabfallbehandlung, FKZ 206 33 301. Juni 2007

UBA 2007b: Umweltbundesamt: Qualitätssystem Emissionsinventare. Handbuch zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei der Erstellung von Emissionsinventaren und der Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen sowie der EU-Entscheidung 280/2004/EG, Dessau. Stand 05.06.2007, unveröffentlicht.

UBA, 2010: Ableitung der Kalksteinbilanz aus den statistischen Daten der BGR für Zwecke der Emissionsberichterstattung nach Klimarahmenkonvention und Kyoto Protokoll (Kategorie CRF 2.A.3), Publikationsnummer 4033, direkt unter <http://www.uba.de/uba-info-medien/4033.html>

UBA, 2011, FKZ 3707 33 303: Endbericht zum Forschungsprojekt „Nutzung der Potenziale des biogenen Anteils im Abfall zur Energieerzeugung“ URL: <http://www.uba.de/uba-info-medien/4116.html>

UBA 2011b, FKZ 360 16 031: Endbericht zum Forschungsprojekt: „Bereitstellung einer qualitätsgesicherten Datengrundlage für die Emissionsberichterstattung zur Umsetzung von internationalen Luftreinhalte- und Klimaschutzvereinbarungen für ausgewählte Industriebranchen – hier: N₂O Emissionsfaktoren aus der Abwasserreinigung der vier relevantesten Industriebereiche. Ute Austermann-Haun Hochschule Ostwestfalen Lippe), Alvaro Carozzi (Dr. Steinle Ingenieurgesellschaft für Abwassertechnik mbH), Dessau, Oktober 2011.

UBA/BMU 2011: Altfahrzeug-Verwertungsquoten in Deutschland im Jahr 2009 gemäß Art. 7 Abs. 2 der Altfahrzeug-Richtlinie 2000/293/EG – Quality Report: Beschreibung der verwendeten Daten nach Artikel 1 der KOM-Entscheidung 2005/293/EG über Altfahrzeuge, Dessau-Roßlau, Bonn, 29. Juni 2011.

UMEG 2004: Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit 2004: Emissionsfaktoren-Handbuch, Emissionserklärung 2004 Baden-Württemberg

- UMWELTBUNDESAMT GmbH 2012: Final report of the 2012 technical review of the greenhouse gas emission inventory of Germany to support the determination of annual emission allocations under Decision 406/2009/EC, Reference: DG CLIMA.C.1/SER/2011/0019, 17.08.2012, archiviertes Dokument "ESD-2012-FINAL_Review_Report-Germany.doc", Wien 2012
- UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) 2006: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests, part IIIa: sampling and analysis of soil. Project Coordinating Center (PCC9, Hamburg, 117 p, <http://www.icp-forests.org/Manual.htm>
- UNFCCC, 1998: Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, United Nations 1998
- UNFCCC, 2005: Germany. Report of the individual review of the greenhouse gas inventory submitted in the year 2004. FCCC/WEB/IRI/2994/DEU, dd. January 17, 2005. http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_ghg_inventories/inventory_review_reports/application/pdf/2004_irr_in-country_review_germany.pdf
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) 2007: Germany. Report of the review of the initial report of Germany, United Nations 2007
- UNFCCC 2010: National Inventory Submissions. http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/inventory_review_reports/its/4715.php, United Nations 2010
- UNFCCC, 2011: Report of the individual review of the annual submission of Germany submitted in 2010. FCCC/ARR/2010/DEU, dd. May 18, 2011.
- UU STS, 2007: Utrecht University (UU), Copernicus Institute Department of Science, Technology, and Society (STS): Estimating CO₂ Emissions from the Non- Energy Use of Fossil Fuels in Germany - Methodenaktualisierung für die Emissionsberechnung 2003, FKZ 203 41 253/02.
- VANDRÉ, R., Wulf S., Häußermann, U., and Horlacher, D. (2012) N₂O emissions from solid manure storage. Calculation of a national emission factor. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), Darmstadt, Germany, pp. 15.
- VDD 2012: Datenübermittlung des Verbandes, Dokument in der Inventarbeschreibung in „Bitumen_AREF_Zeitreihen_und_Unsicherheiten_Archiv.zip“, Dessau-Roßlau 2012
- VDEh Wirtschaftsvereinigung Stahl - Stahlinstitut VDEh – Lieferung BGS-Bögen jährlich ab 2010
- VDI, 1999: Verein Deutscher Ingenieure e.V: VDI-Richtlinie 2578 - Emissionsminderung - Glashütten, 11/1999
- VDMA 2011: *Energiebedarf für Kältetechnik in Deutschland*, Frankfurt am Main, 04.04.2011.
- VDP, versch. JG: Verband Deutscher Papierfabriken e.V.: Ein Leistungsbericht, Bonn, verschiedene Jahrgänge seit 1990
- VDP, 2004: Verband Deutscher Papierfabriken e.V.: Ein Leistungsbericht, Bonn

- VdZ, 2009: Forschungsinstitut der Zementindustrie: Bereitstellung einer qualitätsgesicherten Datengrundlage für die Emissionsberichterstattung zur Umsetzung von internationalen Luftreinhalte- und Klimaschutzvereinbarungen für ausgewählte Industriebranchen: Teilvorhaben 03 Zementindustrie (FKZ 370742301/03); Ruppert, Johannes; Scheuer, Wilfried; Schäfer, Stefan; Düsseldorf, 2009.
- VDZ, 2011 (Verein Deutscher Zementwerke e.V.): Zement – Produktionsdaten der deutschen Zementindustrie; per E-Mail an das UBA übermittelt.
- VOGT, K.A.; VOGT, D.J.; PALMIOTTO, P.A.; OON, P.; OHARA, J.; ASBJORNSEN, H. (1996): Review of root dynamics in forest ecosystems grouped by climate, climatic forest type and species. Plant and Soil, Vol. 187 Nr.2, pp. 159-219
- VOLK, F., 1997: Recherches sur les Fumees Produits par la Detonation de divers Explosifs, Explosifs
- vTI - Johann Heinrich von Thünen-Institut 2012: Ausführungsbestimmung zur Erstellung von Emissions- und Kohlenstoffinventaren und deren Qualitätsmanagement für den Bereich der Quellgruppen 4 und 5. Anlage zum Konzept Emissions- und Kohlenstoffinventare im nachgeordneten Bereich des BMELV vom 01.03.2012. Version 1.01, Stand vom 31.08.2012
- WALG, O., 2006: Humus contra Heizwert - Rebholzverwertung. Der Winzer, 3/2006
- WASTECONSULT INTERNATIONAL, 2009: Methanemissionen aus passiv entgasten Deponien und der Ablagerung von mechanisch-biologisch vorbehandelten Abfällen, FKZ: 360 16 015, Dezember 2009
- WEG 2008a: Erdgas-Erdöl, Entstehung-Suche-Förderung, Hannover, 34 S. URL: http://www.erdoel-erdgas.de/Erdgas_Erd%F6l_Entstehung_Suche_F%F6rderung-134-1-68b.html WEG, 2008b: WEG Bericht zur Schwefelgewinnung im Inland, URL: <http://www.erdoel-erdgas.de/article/articleview/13/1/59/>
- WEG (2010): Jahresbericht des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V., WEG, 2010. URL: <http://www.erdoel-erdgas.de/>
- WEG (2011): Jahresbericht des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V., WEG, 2011 URL: <http://www.erdoel-erdgas.de/>
- WEILBACHER, 1987: Ausgasung von Zellgasen, interner Laborbericht vom 17.08.87 (überreicht von der BASF AG, Ludwigshafen).
- WEINGARTEN, P., 1995: Das „Regionalisierte Agrar- und Umweltinformationssystem für die Bundesrepublik Deutschland“ (RAUMIS). Ber Landwirtschaft 73, 272-302
- WEISBERG, S., 2005: Applied Linear Regression. 3. Auflage, Wiley Interscience, Hoboken, 310p.
- WEISS, SCHIELER, SCHADAUER, RADUNSKY, ENGLISCH, 2000: Die Kohlenstoffbilanz des Österreichischen Waldes und Betrachtungen zum Kyoto-Protokoll. Umweltbundesamt GmbH, Wien.

- WELLBROCK et al. 2006: Wellbrock, N.; Aydin, C. - T.; Block, J.; Bussian, B.; Deckert, M.; Diekmann, O.; Evers, J.; Fetzner, K. D.; Gauer, J.; Gehrmann, J.; Kölling, C.; König, N.; Liesebach, M.; Martin, J.; Meiwes, K. J.; Milbert, G.; Raben, G.; Riek, W.; Schäffer, W.; Schwerhoff, J.; Ullrich, T.; Utermann, J.; Volz, H. - A.; Weigel, A.; Wolff, B. (2006): Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II) Arbeitsanleitung für die Außenaufnahmen. Hrsg. BMELV. Berlin. pp. 413.
- WINKLER, M. (2004): „Abschätzung von Emissionsfaktoren bei Transport und Lagerung von Mineralölprodukten“ aus Erdöl, Erdgas, Kohle 120. Jg. 2004, Heft 10 S. 312 ff; Urban Verlag Hamburg/Wien GmbH 2004
- WIRTH, C.; SCHULZE, E.-D.; SCHWALBE, G.; TOMCZYK, S.; WEBER, G.; WELLER, E. (2004): Dynamik der Kohlenstoffvorräte in den Wäldern Thüringens. Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei, Jena, 308 S.
- WOLFF & RIEK 1996: Wolff, B.; Riek, W. (1996): Deutscher Waldbodenbericht 1996 - Ergebnisse der bundesweiten Bodenzustandserhebung in Wald (BZE) 1987 - 1993. Hrsg.: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn, Bd. 1 u. 2.
- ZEEMAN G., 1994: Methane production/emission in storages for animal manure. Fertilizer Research 37, 207-211
- ZIESING et al, 2003: Ziesing, Hans-Joachim (DIW), Felix Christian Matthes, (Öko-Institut), Franz Wittke (AGEB), Heike Leonhardt (UBA) „Harmonisierung der Energiedaten zur CO₂-Berechnung“, Endbericht zum EUROSTAT-Vorhaben des Umweltbundesamtes, 24.04.2003, aktualisiert um die „Energiebilanz 1999“ vom 20.09.2003