

CLIMATE CHANGE

08/2012

Berichterstattung unter der Klimarahmenkon- vention der Vereinten Nationen und dem Kyoto- Protokoll 2012

Nationaler Inventarbericht zum Deutschen
Treibhausgasinventar 1990 - 2010

**Berichterstattung unter der
Klimarahmenkonvention der Vereinten
Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2012**

**Nationaler Inventarbericht zum Deutschen
Treibhausgasinventar 1990 - 2010**

Umweltbundesamt

UMWELTBUNDESAMT

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter
<http://www.uba.de/uba-info-medien/4292.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, Juni 2012

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 Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) erarbeitet.

Die elektronische Fassung dieses Berichts sowie die entsprechenden zugehörigen Emissionsdaten im Common Reporting Format (CRF) (Version 1.20 auf Basis der Datenbank ZSE mit Stand vom 14.12.2011) 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 2.3-K), 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 2.3-K)
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 2.3-K), 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 2.3-K), Karen Pannier (UBA III 2.3-K); Christiane Lohse (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	Birgit Brahner (UBA III 2.3-K)
Kapitel 4.2.5	Robert Kludt (UBA I 2.6)
Kapitel 4.2.6	Martina Held (UBA III 2.2)
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	Birgit Brahner (UBA III 2.3-K)
Kapitel 4.3.3	Johannes Drotleff (UBA III 2.3-K)
Kapitel 4.3.4	Birgit Brahner (UBA III 2.3-K)

Kapitel 4.3.5	Birgit Brahner (UBA III 2.3-K), Johannes Drotleff (UBA III 2.3-K), Edda Hoffmann (UBA III 2.3-K)
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 2.3-K)
Kapitel 4.5.2	Ulrich Gromke (UBA III 2.3-K)
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 (vTI AK): Hans-Dieter Haenel, Claus Rösemann
Kapitel 7.1	Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI): Annette Freibauer, Karsten Dunger, Andreas Gensior, Thomas Riedel, Andreas Laggner, Birgit Laggner, Wolfgang Stümer
Kapitel 7.2	Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI WOI): Karsten Dunger, Wolfgang Stümer, Katja Oehmichen, Thomas Riedel, Daniel Ziche, Erik Grüneberg, Nicole Wellbrock, Johanna Steuk
Kapitel 7.3 -7.8	Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI 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 (vTI WOI): Wolfgang Stümer, Katja Oehmichen, Karsten Dunger
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 18.6	Kristina Juhrich (UBA I 2.6)
Anhang 2, 18.7	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 (vTI): 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 22.1.3	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	46
EINHEITEN UND GRÖßEN	52
ERKLÄRUNG DER EINLEITENDEN INFORMATIONSTABELLEN	53
0 ZUSAMMENFASSUNG (ES)	54
0.1 HINTERGRUNDINFORMATIONEN ZU TREIBHAUSGAS-INVENTAREN UND KLIMAWANDEL (ES.1)	56
0.1.1 Hintergrundinformationen zum Klimawandel (ES.1.1)	56
0.1.2 Hintergrundinformationen zu den Treibhausgas-Inventaren (ES.1.2)	56
0.1.3 Hintergrundinformationen zu ergänzenden Informationen wie nach Artikel 7, Absatz 1 des Kyoto-Protokolls gefordert (ES.1.3)	56
0.2 ZUSAMMENGEFASSTE EMISSIONEN VON TREIBHAUSGASEN SOWIE DEREN EINBINDUNG IN SENKEN UND EMISSIONEN UND EINBINDUNGEN AUS KP-LULUCF-AKTIVITÄTEN (ES.2)	57
0.2.1 Treibhausgas-Inventar (ES.2.1)	57
0.2.2 KP-LULUCF-Aktivitäten (ES.2.2)	59
0.3 ZUSAMMENGEFASSTE EMISSIONSSCHÄTZUNGEN UND TRENDS DER QUELL- UND SENKENGRUPPEN, INKLUSIVE KP-LULUCF-AKTIVITÄTEN (ES.3)	59
0.3.1 Treibhausgas-Inventar (ES.3.1)	59
0.3.2 KP-LULUCF-Aktivitäten (ES.3.2)	61
1 EINLEITUNG	62
1.1 HINTERGRUNDINFORMATIONEN ZU TREIBHAUSGAS-INVENTAREN, KLIMAWANDEL UND ERGÄNZENDE INFORMATIONEN WIE NACH ARTIKEL 7, ABSATZ 1 DES KYOTO-PROTOKOLLS GEFORDERT	62
1.1.1 Hintergrundinformationen zum Klimawandel	62
1.1.2 Hintergrundinformationen zu den Treibhausgas-Inventaren	63
1.1.3 Hintergrundinformationen zu ergänzenden Informationen wie nach Artikel 7, Absatz 1 des Kyoto-Protokolls gefordert (KP NIR 1.1.3.)	64
1.2 BESCHREIBUNG DER INSTITUTIONALISIERUNG DER INVENTARERSTELLUNG, INKLUSIVE DER RECHTLICHEN UND PROZEDURALEN FESTLEGUNGEN ZUR PLANUNG, ERSTELLUNG UND MANAGEMENT DES INVENTARS	65
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	65
1.2.1.1 Der Nationale Koordinierungsausschuss	66
1.2.1.2 Koordinierungsstelle des Nationalen Systems	67
1.2.1.3 Arbeitskreis Emissionsinventare im Umweltbundsamt	68
1.2.1.4 Zusammenarbeit der Nationalen Koordinierungsstelle zur mit anderen Bundesinstitutionen und Nichtregierungsorganisationen im Rahmen des Nationalen Systems	69
1.2.1.5 Hausanordnung 11/2005 des UBA	72
1.2.1.6 Verbindlicher Terminplan im Rahmen des Nationalen Systems	72
1.2.2 Übersicht über die Inventarplanung	73
1.2.3 Übersicht der Inventarerstellung und –management, inklusive der ergänzenden Informationen wie nach Artikel 7, Absatz 1 des Kyoto-Protokolls gefordert	73
1.3 INVENTARERSTELLUNG	75
1.3.1 Treibhausgas- und KP-LULUCF-Inventar	75
1.3.1.1 Vorgelagerte Abläufe	75
1.3.1.1.1 Verbesserung des Nationalen Systems	75
1.3.1.1.2 Umsetzung von Verbesserungen in der Inventarplanung und Inventarerstellung	76
1.3.1.1.3 Bestimmung der Hauptkategorien (gemäß Tier 1-Verfahren)	76
1.3.1.1.4 Berechnung und Aggregation der Unsicherheiten der Emissionen	77
1.3.1.1.5 Erweiterte Bestimmung der Hauptkategorien	77
1.3.2 Sammlung, Verarbeitung und Speicherung der Daten, inklusive KP-LULUCF-Inventare	77
1.3.2.1 Festlegung der Berechnungsgrundlagen	77
1.3.2.2 Datengewinnung	78

1.3.2.3	Datenaufbereitung und Emissionsberechnung	79
1.3.2.4	Berichterstellung	80
1.3.3	Prozeduren zur Qualitätssicherung und -kontrolle (QS/QK) und ausführliche Überprüfung der Treibhausgas- und KP-LULUCF-Inventare	82
1.3.3.1	Das Qualitätssystem Emissionsinventare	82
1.3.3.1.1	<i>Mindestanforderungen an ein System zur Qualitätskontrolle und -sicherung</i>	82
1.3.3.1.2	<i>Aufbauorganisation des Qualitätssystems Emissionsinventare</i>	82
1.3.3.1.3	<i>Ablauforganisation des Qualitätssystems Emissionsinventare</i>	83
1.3.3.1.4	<i>Dokumentation im Qualitätssystem Emissionsinventare</i>	84
1.3.3.1.5	<i>Das QSE-Handbuch</i>	87
1.3.3.1.6	<i>Unterstützung der sachkundigen Überprüfungsgruppen</i>	88
1.3.3.1.7	<i>Nutzung der Monitoring-Daten des Europäischen Emissionshandels zur Verbesserung der THG-Emissionsinventare</i>	88
1.4	KURZE, ALLGEMEINE BESCHREIBUNG DER ANGEWANDTEN METHODIK UND DATENQUELLEN	89
1.4.1	Treibhausgas-Inventar	89
1.4.1.1	Datenquellen	89
1.4.1.1.1	<i>Energie</i>	89
1.4.1.1.2	<i>Industrieprozesse</i>	92
1.4.1.1.3	<i>Lösemittel- und andere Produktverwendung</i>	95
1.4.1.1.4	<i>Landwirtschaft</i>	96
1.4.1.1.5	<i>Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft</i>	97
1.4.1.1.6	<i>Abfall und Abwasser</i>	98
1.4.1.2	Methoden	99
1.4.2	KP-LULUCF-Aktivitäten	100
1.5	KURZBESCHREIBUNG DER HAUPTKATEGORIEN	100
1.5.1	Treibhausgas-Inventar (mit und ohne LULUCF)	100
1.5.2	Inventar einschließlich der KP-LULUCF Berichterstattung	102
1.6	INFORMATIONEN ZUM QUALITÄTSSICHERUNGS- UND –KONTROLLPLAN SOWIE ZUM INVENTARPLAN INKLUSIVE VERIFIZIERUNG UND ZUM UMGANG MIT VERTRAULICHEN INFORMATIONEN	105
1.6.1	Prozeduren zu Qualitätssicherung- und –kontrolle	105
1.6.1.1	QK/QS-Plan	105
1.6.1.2	Inventarplan	106
1.6.2	Aktivitäten zur Verifizierung	111
1.6.2.1	Verfahren zur Nutzung der Monitoring-Daten des Europäischen Emissionshandels	111
1.6.2.2	Workshops zum Nationalen System (Peer Review)	112
1.6.2.3	Ländervergleich zu fluorierten Gasen (Cross-Country-Review)	113
1.6.3	Umgang mit vertraulichen Informationen	113
1.7	GENERELLE UNSICHERHEITENSCHÄTZUNG	114
1.7.1	Treibhausgas-Inventar	114
1.7.1.1	Vorgehen zur Unsicherheitsbestimmung nach Tier 1	115
1.7.1.2	Ergebnisse der Unsicherheitschätzung	115
1.7.2	KP-LULUCF-Inventar	117
1.8	GENERELLE PRÜFUNG DER VOLLSTÄNDIGKEIT	117
1.8.1	Treibhausgas-Inventar	117
1.8.2	KP-LULUCF-Inventar	118
2	TRENDS DER TREIBHAUSGASE	118
2.1	BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS FÜR AGGREGIERTE TREIBHAUSGASEMISSIONEN	119
2.2	BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS NACH TREIBHAUSGASEN	120
2.2.1	Kohlendioxid (CO ₂)	121
2.2.2	Lachgas (N ₂ O)	121
2.2.3	Methan (CH ₄)	122
2.2.4	F-Gase	122
2.3	BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS NACH QUELLKATEGORIEN	123
2.4	BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS FÜR INDIREKTE TREIBHAUSGASE UND SO₂	125

2.5 BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS FÜR DAS KP-LULUCF-INVENTAR, FÜR AGGREGIERTE EMISSIONEN, NACH AKTIVITÄT UND TREIBHAUSGAS	127
3 ENERGIE (CRF SEKTOR 1)	129
3.1 ÜBERSICHT (CRF SEKTOR 1)	129
3.2 VERBRENNUNG VON BRENNSTOFFEN (1.A)	129
3.2.1 Verifikation des sektoralen Ansatzes zu CRF 1.A	141
3.2.1.1 Vergleich mit dem CO ₂ -Referenzverfahren	141
3.2.1.2 Verifizierung mit anderen für Deutschland verfügbaren Datensätzen	141
3.2.1.2.1 Vergleich mit den IEA-Ergebnissen	145
3.2.1.2.2 Vergleich mit den für die einzelnen Bundesländer ermittelten Daten	145
3.2.1.2.3 Geplante Verbesserungen	148
3.2.2 Internationale Bunkerbrennstoffe	148
3.2.2.1 Emissionen aus dem internationalen Verkehr (1.C.1.a/1.C.1.b)	148
3.2.2.2 Emissionen aus dem internationalen Flugverkehr (1.C.1.a)	148
3.2.2.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.C.1.a)	148
3.2.2.2.2 Methodische Aspekte (1.C.1.a)	149
3.2.2.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.C.1.a)	150
3.2.2.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle (1.C.1.a)	150
3.2.2.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.C.1.a)	150
3.2.2.2.6 Geplante Verbesserungen (1.C.1.a)	151
3.2.2.3 Emissionen aus dem internationalen Seeverkehr/ Marine (1.C.1.b)	151
3.2.2.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.C.1.b)	151
3.2.2.3.2 Methodische Aspekte (1.C.1.b)	152
3.2.2.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.C.1.b)	153
3.2.2.3.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.C.1.b)	154
3.2.2.3.5 Quellspezifische Rückrechnung (1.C.1.b)	154
3.2.2.3.6 Geplante Verbesserungen (1.C.1.b)	154
3.2.3 Lagerhaltung	154
3.2.4 CO₂ Abscheidung von Abgasen und nachfolgende Speicherung (CCS)	154
3.2.5 Landesspezifische Besonderheiten	154
3.2.6 Öffentliche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung (1.A.1.a)	155
3.2.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.1.a)	155
3.2.6.2 Methodische Aspekte (1.A.1.a)	157
3.2.6.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.1.a)	161
3.2.6.3.1 Methodik zur Bestimmung der Unsicherheiten der Emissionsfaktoren	162
3.2.6.3.2 Ergebnis für N ₂ O	162
3.2.6.3.3 Ergebnis für CH ₄	163
3.2.6.3.4 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren	163
3.2.6.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.1.a)	164
3.2.6.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.1.a)	164
3.2.6.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.1.a)	164
3.2.7 Mineralölraffinerien (1.A.1.b)	165
3.2.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.1.b)	165
3.2.7.2 Methodische Aspekte (1.A.1.b)	166
3.2.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.1.b)	167
3.2.7.3.1 Ergebnis für N ₂ O	168
3.2.7.3.2 Ergebnis für CH ₄	168
3.2.7.3.3 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren	168
3.2.7.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.1.b)	168
3.2.7.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.1.b)	168
3.2.7.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.1.b)	168
3.2.8 Herstellung von festen Brennstoffen und sonstige Energieerzeuger (1.A.1.c)	169
3.2.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.1.c)	169
3.2.8.2 Methodische Aspekte (1.A.1.c)	171
3.2.8.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.1.c)	173
3.2.8.3.1 Ergebnis für N ₂ O	173
3.2.8.3.2 Ergebnis für CH ₄	173
3.2.8.3.3 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren	173
3.2.8.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.1.c)	173
3.2.8.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.1.c)	173
3.2.8.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.1.c)	174

3.2.9 Verarbeitendes Gewerbe (1.A.2)	174
3.2.9.1 Verarbeitendes Gewerbe - Eisenschaffende Industrie (1.A.2.a)	176
3.2.9.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.a)	176
3.2.9.1.2 Methodische Aspekte (1.A.2.a)	177
3.2.9.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.a)	178
3.2.9.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.a)	179
3.2.9.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.a)	179
3.2.9.1.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.a)	179
3.2.9.2 Verarbeitendes Gewerbe – Nichteisen-Metalle (1.A.2.b)	180
3.2.9.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.b)	180
3.2.9.2.2 Methodische Aspekte (1.A.2.b)	180
3.2.9.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.b)	180
3.2.9.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.b)	181
3.2.9.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.b)	181
3.2.9.2.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.b)	181
3.2.9.3 Verarbeitendes Gewerbe – Chemische Industrie (1.A.2.c)	181
3.2.9.4 Verarbeitendes Gewerbe – Zellstoff, Papier und Druckerzeugnisse (1.A.2.d)	182
3.2.9.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.d)	182
3.2.9.4.2 Methodische Aspekte (1.A.2.d)	182
3.2.9.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.d)	182
3.2.9.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.d)	182
3.2.9.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.d)	183
3.2.9.4.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.d)	183
3.2.9.5 Verarbeitendes Gewerbe – Zuckerherstellung (1.A.2.e)	183
3.2.9.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.e)	183
3.2.9.5.2 Methodische Aspekte (1.A.2.e)	184
3.2.9.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.e)	184
3.2.9.5.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.e)	184
3.2.9.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.e)	184
3.2.9.5.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.e)	184
3.2.9.6 Verarbeitendes Gewerbe – Weitere Branchen (1.A.2.f, Summe)	184
3.2.9.7 Verarbeitendes Gewerbe - Zementherstellung (1.A.2.f, Zement)	186
3.2.9.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Zement)	186
3.2.9.7.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Zement)	186
3.2.9.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Zement)	187
3.2.9.7.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Zement)	188
3.2.9.7.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Zement)	188
3.2.9.7.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.f, Zement)	188
3.2.9.8 Verarbeitendes Gewerbe - Keramik (1.A.2.f, Keramik)	189
3.2.9.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Keramik)	189
3.2.9.8.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Keramik)	189
3.2.9.8.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Keramik)	189
3.2.9.8.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Keramik)	189
3.2.9.8.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Keramik)	189
3.2.9.8.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.f, Keramik)	189
3.2.9.9 Verarbeitendes Gewerbe - Glas (1.A.2.f, Glas)	190
3.2.9.9.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Glas)	190
3.2.9.9.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Glas)	190
3.2.9.9.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Glas)	190
3.2.9.9.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Glas)	190
3.2.9.9.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Glas)	190
3.2.9.9.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.f, Glas)	191
3.2.9.10 Verarbeitendes Gewerbe - Kalkherstellung (1.A.2.f, Kalk)	191
3.2.9.10.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Kalk)	191
3.2.9.10.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Kalk)	191
3.2.9.10.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Kalk)	192
3.2.9.10.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Kalk)	192
3.2.9.10.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Kalk)	192
3.2.9.10.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.f, Kalk)	193
3.2.9.11 Verarbeitendes Gewerbe - Weitere Energieerzeugung (1.A.2.f, Sonstige)	193
3.2.9.11.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Sonstige)	193
3.2.9.11.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Sonstige)	193
3.2.9.11.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Sonstige)	194
3.2.9.11.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Sonstige)	194

3.2.9.11.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f Sonstige)	195
3.2.9.11.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.f Sonstige)	196
3.2.10	Transport (1.A.3)	196
3.2.10.1	Transport - Ziviler Luftverkehr (1.A.3.a)	196
3.2.10.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.a)	196
3.2.10.1.2	Methodische Aspekte (1.A.3.a)	197
3.2.10.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.a)	200
3.2.10.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.a)	201
3.2.10.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.a)	202
3.2.10.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.3.a)	203
3.2.10.2	Transport - Straßenverkehr (1.A.3.b)	203
3.2.10.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.b)	203
3.2.10.2.2	Methodische Aspekte (1.A.3.b)	204
3.2.10.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.b)	207
3.2.10.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.b)	207
3.2.10.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.b)	208
3.2.10.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.3.b)	210
3.2.10.3	Transport - Schienenverkehr (1.A.3.c)	211
3.2.10.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.c)	211
3.2.10.3.2	Methodische Aspekte (1.A.3.c)	212
3.2.10.3.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.c)	214
3.2.10.3.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.c)	214
3.2.10.3.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.c)	215
3.2.10.3.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.3.c)	215
3.2.10.4	Transport - Schiffsverkehr (1.A.3.d)	216
3.2.10.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.d)	216
3.2.10.4.2	Methodische Aspekte (1.A.3.d)	217
3.2.10.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.d)	219
3.2.10.4.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.d)	219
3.2.10.4.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.d)	220
3.2.10.4.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.3.d)	221
3.2.10.5	Transport - Übriger Verkehr (1.A.3.e)	221
3.2.10.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.e)	221
3.2.10.5.2	Methodische Aspekte (1.A.3.e)	221
3.2.10.5.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.e)	223
3.2.10.5.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.e)	223
3.2.10.5.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.e)	224
3.2.10.5.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.3.e)	225
3.2.11	Sonstige: Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Land-, Forstwirtschaft und Fischerei (1.A.4)	225
3.2.11.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.4)	225
3.2.11.2	Methodische Aspekte (1.A.4)	228
3.2.11.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.4)	230
3.2.11.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.4)	231
3.2.11.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.4)	232
3.2.11.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.4)	234
3.2.12	Andere Bereiche (1.A.5)	234
3.2.12.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.5)	235
3.2.12.2	Methodische Aspekte (1.A.5)	235
3.2.12.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.5)	237
3.2.12.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.5)	238
3.2.12.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.5)	238
3.2.13	Militär	238
3.3	DIFFUSE EMISSIONEN AUS BRENNSTOFFEN (1.B)	239
3.3.1	Feste Brennstoffe (1.B.1)	240
3.3.1.1	Kohlenbergbau (1.B.1.a)	242
3.3.1.1.1	Allgemeine Beschreibung der Quellgruppe Kohlenbergbau (1.B.1.a)	242
3.3.1.1.2	Methodische Aspekte (1.B.1.a)	243
3.3.1.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.a)	244
3.3.1.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.a)	245
3.3.1.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.1.a)	245
3.3.1.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.1.a)	246
3.3.1.2	Umwandlung von Kohle – Veredelung (1.B.1.b)	246
3.3.1.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.1.b)	246

3.3.1.2.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.1.b)</i>	246
3.3.1.2.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.b)</i>	247
3.3.1.2.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.b)</i>	247
3.3.1.2.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.1.b)</i>	247
3.3.1.2.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.1.b)</i>	248
3.3.1.3	<i>Andere (1.B.1.c)</i>	248
3.3.1.3.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.1.c)</i>	248
3.3.1.3.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.1.c)</i>	250
3.3.1.3.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.c)</i>	250
3.3.1.3.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.c)</i>	251
3.3.1.3.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.1.c)</i>	251
3.3.1.3.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.1.c)</i>	251
3.3.2	Öl und Erdgas (1.B.2)	251
3.3.2.1	<i>Rückrechnungen und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2 alle)</i>	252
3.3.2.2	<i>Geplante Verbesserungen (1.B.2, alle)</i>	252
3.3.2.3	<i>Öl (1.B.2.a)</i>	252
3.3.2.3.1	<i>Öl, Exploration (1.B.2.a.i)</i>	252
3.3.2.3.1.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.i)</i>	252
3.3.2.3.1.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.a.i)</i>	253
3.3.2.3.1.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.i)</i>	253
3.3.2.3.1.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.i)</i>	253
3.3.2.3.1.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.i)</i>	253
3.3.2.3.1.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.a.i)</i>	253
3.3.2.3.2	<i>Öl, Förderung und Vorbehandlung (1.B.2.a.ii)</i>	253
3.3.2.3.2.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.ii)</i>	253
3.3.2.3.2.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.a.ii)</i>	254
3.3.2.3.2.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.ii)</i>	254
3.3.2.3.2.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.ii)</i>	254
3.3.2.3.2.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.ii)</i>	254
3.3.2.3.2.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.a.ii)</i>	254
3.3.2.3.3	<i>Öl, Transport (1.B.2.a.iii)</i>	255
3.3.2.3.3.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.iii)</i>	255
3.3.2.3.3.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.a.iii)</i>	255
3.3.2.3.3.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.iii)</i>	255
3.3.2.3.3.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.iii)</i>	255
3.3.2.3.3.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.iii)</i>	255
3.3.2.3.3.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.a.iii)</i>	255
3.3.2.3.4	<i>Öl, Verarbeitung und Lagerung (1.B.2.a.iv)</i>	256
3.3.2.3.4.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.iv)</i>	256
3.3.2.3.4.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.a.iv)</i>	257
3.3.2.3.4.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.iv)</i>	257
3.3.2.3.4.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.iv)</i>	258
3.3.2.3.4.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.iv)</i>	258
3.3.2.3.4.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.a.iv)</i>	258
3.3.2.3.5	<i>Öl, Verteilung von Ölprodukten (1.B.2.a.v)</i>	258
3.3.2.3.5.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.v)</i>	258
3.3.2.3.5.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.a.v)</i>	260
3.3.2.3.5.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.v)</i>	261
3.3.2.3.5.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.v)</i>	261
3.3.2.3.5.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.v)</i>	262
3.3.2.3.5.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.a.v)</i>	262
3.3.2.3.6	<i>Öl, Sonstige (1.B.2.a.vi)</i>	262
3.3.2.3.6.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.vi)</i>	262
3.3.2.3.6.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.a.vi)</i>	262
3.3.2.3.6.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.vi)</i>	262
3.3.2.3.6.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.vi)</i>	262
3.3.2.3.6.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.vi)</i>	263
3.3.2.3.6.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.a.vi)</i>	263
3.3.2.4	<i>Erdgas (1.B.2.b)</i>	263
3.3.2.4.1	<i>Gas, Exploration; Erkundung von Gas (1.B.2.b.i)</i>	263
3.3.2.4.1.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.i)</i>	263
3.3.2.4.1.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.b.i)</i>	263
3.3.2.4.1.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.i)</i>	263
3.3.2.4.1.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.i)</i>	263

3.3.2.4.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.i)	263
3.3.2.4.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.b.i)	264
3.3.2.4.2	<i>Gas, Herstellung und Verarbeitung (1.B.2.b.ii)</i>	264
3.3.2.4.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.ii)	264
3.3.2.4.2.2	Methodische Aspekte (1.B.2.b.ii)	265
3.3.2.4.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.ii)	265
3.3.2.4.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.ii)	265
3.3.2.4.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.ii)	265
3.3.2.4.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.b.ii)	265
3.3.2.4.3	<i>Gas, Weiterleitung (1.B.2.b.iii)</i>	266
3.3.2.4.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.iii)	266
3.3.2.4.3.2	Methodische Aspekte (1.B.2.b.iii)	266
3.3.2.4.3.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.iii)	267
3.3.2.4.3.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.iii)	267
3.3.2.4.3.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.iii)	267
3.3.2.4.3.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.b.iii)	267
3.3.2.4.4	<i>Gas, Verteilung (1.B.2.b.iv)</i>	267
3.3.2.4.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.iv)	267
3.3.2.4.4.2	Methodische Aspekte (1.B.2.b.iv)	269
3.3.2.4.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.iv)	269
3.3.2.4.4.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.iv)	269
3.3.2.4.4.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.iv)	269
3.3.2.4.4.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.b.iv)	269
3.3.2.4.5	<i>Gas, Sonstige Leckagen (1.B.2.b.v)</i>	270
3.3.2.4.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.v)	270
3.3.2.4.5.2	Methodische Aspekte (1.B.2.b.v)	270
3.3.2.4.5.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.v)	270
3.3.2.4.5.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.v)	270
3.3.2.4.5.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.v)	270
3.3.2.4.5.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.b.v)	270
3.3.2.4.6	<i>Abfackelung und Entlüftung (1.B.2.c)</i>	271
3.3.2.4.7	<i>Abfackelung und Entlüftung von Öl (1.B.2.c.i)</i>	271
3.3.2.4.7.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.c.i)	271
3.3.2.4.7.2	Methodische Aspekte (1.B.2.c.i)	271
3.3.2.4.7.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.c.i)	272
3.3.2.4.7.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.c.i)	272
3.3.2.4.7.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.c.i)	272
3.3.2.4.7.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.c.i)	272
3.3.2.4.8	<i>Abfackelung und Entlüftung von Gas (1.B.2.c.ii)</i>	272
3.3.2.4.8.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.c.ii)	272
3.3.2.4.8.2	Methodische Aspekte (1.B.2.c.ii)	273
3.3.2.4.8.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.c.ii)	273
3.3.2.4.8.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.c.ii)	273
3.3.2.4.8.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.c.ii)	273
3.3.2.4.8.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.c.ii)	273
3.3.2.5	<i>Geothermie (1.B.2.d)</i>	273
3.3.2.5.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.d)</i>	273
3.3.2.5.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.d)</i>	274
3.3.2.5.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.d)</i>	274
3.3.2.5.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und –Verifizierung (1.B.2.d)</i>	274
3.3.2.5.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnung (1.B.2.d)</i>	274
3.3.2.5.6	<i>Geplante Verbesserungen (1.B.2.d)</i>	274
4	INDUSTRIEPROZESSE (CRF SEKTOR 2)	276
4.1	ÜBERSICHT (CRF SEKTOR 2)	276
4.2	MINERALISCHE PRODUKTE (2.A)	276
4.2.1	Mineralische Produkte: Zement (2.A.1)	277
4.2.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.1)	277
4.2.1.2	Methodische Aspekte (2.A.1)	278
4.2.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.1)	279
4.2.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.1)	279
4.2.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.1)	280
4.2.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.1)	280
4.2.2	Mineralische Produkte: Kalk (2.A.2)	280

4.2.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.2)	280
4.2.2.2	Methodische Aspekte (2.A.2)	281
4.2.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.2)	282
4.2.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.2)	282
4.2.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.2)	282
4.2.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.2)	282
4.2.3	Mineralische Produkte: Verwendung von Kalkstein und Dolomit (2.A.3)	283
4.2.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.3)	283
4.2.3.2	Methodische Aspekte (2.A.3)	285
4.2.3.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.3)	286
4.2.3.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.3)	286
4.2.3.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.3)	287
4.2.3.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.3)	287
4.2.4	Mineralische Produkte: Sodaherstellung und -nutzung (2.A.4)	287
4.2.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.4)	287
4.2.4.2	Methodische Aspekte (2.A.4)	288
4.2.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.4)	289
4.2.4.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.4)	289
4.2.4.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.4)	290
4.2.4.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.4)	290
4.2.5	Mineralische Produkte: Verwendung von Bitumen zur Dachdeckung (2.A.5)	290
4.2.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.5)	290
4.2.5.2	Methodische Aspekte (2.A.5)	290
4.2.5.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.5)	291
4.2.5.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.5)	291
4.2.5.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.5)	292
4.2.5.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.5)	292
4.2.6	Mineralische Produkte: Straßenasphaltierung (2.A.6)	292
4.2.6.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.6)	292
4.2.6.2	Methodische Aspekte (2.A.6)	292
4.2.6.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.6)	293
4.2.6.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.6)	293
4.2.6.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.6)	293
4.2.6.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.6)	293
4.2.7	Mineralische Produkte: Glas (2.A.7.a Glas)	293
4.2.7.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.7.a Glas)	294
4.2.7.2	Methodische Aspekte (2.A.7.a Glas)	295
4.2.7.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.7.a Glas)	297
4.2.7.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.7.a Glas)	297
4.2.7.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.7.a Glas)	298
4.2.7.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.7.a Glas)	298
4.2.8	Mineralische Produkte: Keramik (2.A.7.b Keramik)	298
4.2.8.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.7.b Keramik)	298
4.2.8.2	Methodische Aspekte (2.A.7.b Keramik)	299
4.2.8.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.7.b Keramik)	300
4.2.8.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.7.b Keramik)	300
4.2.8.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.7.b Keramik)	300
4.2.8.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.7.b Keramik)	301
4.3	CHEMISCHE INDUSTRIE (2.B)	301
4.3.1	Chemische Industrie: Ammoniakproduktion (2.B.1)	301
4.3.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.B.1)	301
4.3.1.2	Methodische Aspekte (2.B.1)	302
4.3.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.1)	303
4.3.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.1)	303
4.3.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.1)	303
4.3.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.B.1)	303
4.3.2	Chemische Industrie: Salpetersäureproduktion (2.B.2)	303
4.3.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.B.2)	303
4.3.2.2	Methodische Aspekte (2.B.2)	304
4.3.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.2)	305
4.3.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.2)	305
4.3.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.2)	305
4.3.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.B.2)	305
4.3.3	Chemische Industrie: Adipinsäureproduktion (2.B.3)	305

4.3.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.B.3)	305
4.3.3.2	Methodische Aspekte (2.B.3)	306
4.3.3.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.3)	306
4.3.3.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.3)	306
4.3.3.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.3)	307
4.3.3.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.B.3)	307
4.3.4	Chemische Industrie: Carbidproduktion (2.B.4)	307
4.3.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.B.4)	307
4.3.4.2	Methodische Aspekte (2.B.4)	307
4.3.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.4)	308
4.3.4.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.4)	308
4.3.4.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.4)	308
4.3.4.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.B.4)	308
4.3.5	Chemische Industrie - Sonstige: Emissionen aus sonstigen Produktionsprozessen (2.B.5)	309
4.3.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.B.5)	309
4.3.5.2	Methodische Aspekte (2.B.5)	310
4.3.5.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.5)	312
4.3.5.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.5)	312
4.3.5.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.5)	312
4.3.5.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.B.5)	312
4.4	METALLPRODUKTION (2.C)	313
4.4.1	Metallproduktion: Eisen- und Stahlproduktion (2.C.1)	313
4.4.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.C.1)	313
4.4.1.2	Methodische Aspekte (2.C.1)	313
4.4.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.1)	318
4.4.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.1)	318
4.4.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.1)	319
4.4.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.C.1)	319
4.4.2	Metallproduktion: Produktion von Ferrolegierungen (2.C.2)	319
4.4.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.C.2)	319
4.4.2.2	Methodische Aspekte (2.C.2)	319
4.4.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.2)	319
4.4.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.2)	320
4.4.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.2)	320
4.4.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.C.2)	320
4.4.3	Metallproduktion: Primäraluminiumproduktion (2.C.3)	320
4.4.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.C.3)	320
4.4.3.2	Methodische Aspekte (2.C.3)	321
4.4.3.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.3)	322
4.4.3.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.3)	322
4.4.3.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.3)	323
4.4.3.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.C.3)	323
4.4.4	Metallproduktion: SF₆ in der Aluminium- und Magnesiumproduktion (2.C.4)	323
4.4.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.C.4)	323
4.4.4.2	Methodische Aspekte (2.C.4)	324
4.4.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.4)	325
4.4.4.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.4)	325
4.4.4.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.4)	325
4.4.4.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.C.4)	325
4.4.5	Metallproduktion: Sonstige (2.C.5)	326
4.4.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.C.5)	326
4.4.5.2	Methodische Aspekte (2.C.5)	326
4.4.5.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.5)	326
4.4.5.4	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.5)	326
4.4.5.5	Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.C.5)	326
4.4.5.6	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.5)	326
4.5	ANDERE PRODUKTIONEN (2.D.)	326
4.5.1	Andere Produktionen: Zellstoff- und Papierherstellung (2.D.1)	327
4.5.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.D.1)	327
4.5.1.2	Methodische Aspekte (2.D.1)	328
4.5.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.D.1)	329
4.5.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.D.1)	329
4.5.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.D.1)	329

4.5.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.D.1)	329
4.5.2	Andere Produktionen: Nahrungsmittel und Getränke (2.D.2)	330
4.5.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.D.2)	330
4.5.2.2	Methodische Aspekte (2.D.2)	331
4.5.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.D.2)	331
4.5.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.D.2)	332
4.5.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.D.2)	332
4.5.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.D.2)	332
4.6	PRODUKTION VON HALOGENIERTEN KOHLENWASSERSTOFFEN UND SF₆ (2.E)	332
4.6.1	By-Product Emissionen (2.E.1)	333
4.6.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.E.1)	333
4.6.1.2	Methodische Aspekte (2.E.1)	333
4.6.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.E.1)	334
4.6.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.E.1)	334
4.6.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.E.1)	334
4.6.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.E.1)	334
4.6.2	Herstellungsbedingte Emissionen (2.E.2)	334
4.6.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.E.2)	334
4.6.2.2	Methodische Aspekte (2.E.2)	334
4.6.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.E.2)	334
4.6.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.E.2)	335
4.6.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.E.2)	335
4.6.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.E.2)	335
4.6.3	Sonstige (2.E.3)	335
4.7	VERBRAUCH VON HALOGENIERTEN KOHLENWASSERSTOFFEN UND SF₆ (2.F)	335
4.7.1	Kälte und Klimaanlage (2.F.1)	339
4.7.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.1)	339
4.7.1.2	Methodische Aspekte (2.F.1)	339
4.7.1.2.1	<i>Haushaltskälte (2.F.1.a)</i>	339
4.7.1.2.2	<i>Gewerbekälte (2.F.1.b)</i>	340
4.7.1.2.3	<i>Transportkälte (Kühlfahrzeuge und –container) (2.F.1.c)</i>	341
4.7.1.2.4	<i>Industriekälte (2.F.1.d)</i>	344
4.7.1.2.5	<i>Stationäre Klimaanlage (2.F.1.e)</i>	344
4.7.1.2.5.1	Raumklimageräte	344
4.7.1.2.5.2	Großklimaanlagen	345
4.7.1.2.5.3	Wärmepumpenanlagen	347
4.7.1.2.6	<i>Mobile Klimaanlage (2.F.1.f)</i>	347
4.7.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.1 alle)	349
4.7.1.4	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.1 alle)	349
4.7.1.5	Geplante Verbesserungen (2.F.1 alle)	351
4.7.2	Schaumherstellung (2.F.2)	351
4.7.2.1	PU-Schaumprodukte (2.F.2)	351
4.7.2.1.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (2.F.2)</i>	351
4.7.2.1.2	<i>Methodische Aspekte (2.F.2)</i>	352
4.7.2.2	PU-Montageschaum (2.F.2)	352
4.7.2.2.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (2.F.2)</i>	352
4.7.2.2.2	<i>Methodische Aspekte (2.F.2)</i>	353
4.7.2.3	XPS-Hartschaum (2.F.2)	354
4.7.2.3.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (2.F.2)</i>	354
4.7.2.3.2	<i>Methodische Aspekte (2.F.2)</i>	354
4.7.2.4	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.2)	355
4.7.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.2)	355
4.7.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.2)	355
4.7.3	Feuerlöschmittel (2.F.3)	355
4.7.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.3)	355
4.7.3.2	Methodische Aspekte (2.F.3)	356
4.7.3.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.3)	356
4.7.3.4	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.3)	357
4.7.3.5	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.3)	357
4.7.4	Aerosole (2.F.4)	357
4.7.4.1	Dosieraerosole (2.F.4.a)	357
4.7.4.1.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (2.F.4.a)</i>	357
4.7.4.1.2	<i>Methodische Aspekte (2.F.4.a)</i>	357
4.7.4.2	Sonstige Aerosole (2.F.4.b)	358

4.7.4.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.4.b)	358
4.7.4.2.2	Methodische Aspekte (2.F.4.b)	359
4.7.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.4 alle)	359
4.7.4.3.1	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.4 alle)	359
4.7.4.3.2	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.4 alle)	359
4.7.5	Lösemittel (2.F.5)	360
4.7.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.5)	360
4.7.5.2	Methodische Aspekte (2.F.5)	360
4.7.5.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.5)	360
4.7.5.4	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.5)	360
4.7.5.5	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.5)	360
4.7.6	Andere Anwendungen, die ODS Ersatzstoffe verwenden (2.F.6)	360
4.7.7	Halbleiterproduktion (2.F.7)	360
4.7.7.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.7)	360
4.7.7.2	Methodische Aspekte (2.F.7)	361
4.7.7.3	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.7)	361
4.7.7.4	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.7)	361
4.7.8	Elektrische Betriebsmittel (2.F.8)	362
4.7.8.1	Anwendung elektrischer Betriebsmittel (2.F.8.a)	362
4.7.8.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.a)	362
4.7.8.1.2	Methodische Aspekte (2.F.8.a)	362
4.7.8.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.8.a)	364
4.7.8.1.4	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.8.a)	365
4.7.8.1.5	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.8.a)	365
4.7.8.2	Anwendung in Teilchenbeschleunigern (2.F.8.b)	365
4.7.8.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.b)	365
4.7.8.2.2	Methodische Aspekte (2.F.8.b)	365
4.7.8.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.8.b)	366
4.7.8.2.4	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.8.b)	366
4.7.8.2.5	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.8.b)	366
4.7.9	Sonstige (2.F.9)	366
4.7.9.1	Isolierglasfenster (2.F.9.a)	366
4.7.9.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.a)	366
4.7.9.1.2	Methodische Aspekte (2.F.9.a)	366
4.7.9.2	Autoreifen (2.F.9.b)	367
4.7.9.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.b)	367
4.7.9.2.2	Methodische Aspekte (2.F.9.b)	368
4.7.9.3	Sportschuhe (2.F.9.c)	368
4.7.9.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.c)	368
4.7.9.3.2	Methodische Aspekte (2.F.9.c)	368
4.7.9.4	Spurengas (2.F.9.d)	369
4.7.9.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.d)	369
4.7.9.4.2	Methodische Aspekte (2.F.9.d)	369
4.7.9.5	AWACS Wartung (2.F.9.e)	369
4.7.9.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.e)	369
4.7.9.5.2	Methodische Aspekte (2.F.9.e)	370
4.7.9.6	Schweißen (2.F.9.f)	370
4.7.9.6.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.f)	370
4.7.9.6.2	Methodische Aspekte (2.F.9.f)	370
4.7.9.7	Optische Glasfasern (2.F.9.g)	370
4.7.9.7.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.g)	370
4.7.9.7.2	Methodische Aspekte (2.F.9.g)	370
4.7.9.8	Photovoltaik (2.F.9.h)	371
4.7.9.8.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.h)	371
4.7.9.8.2	Methodische Aspekte (2.F.9.h)	371
4.7.9.9	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.9 alle)	372
4.7.9.10	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.9 alle)	372
4.7.9.11	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.9 alle)	372
4.7.10	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.F. alle)	372
4.8	ANDERE BEREICHE (2.G.)	373
5	LÖSEMittel UND ANDERE PRODUKTVERWENDUNG (CRF SEKTOR 3)	374
5.1	ÜBERSICHT (CRF SEKTOR 3)	374
5.2	LÖSEMittel - NMVOC (3.A-3.C & 3.D)	375

5.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (3.A-3.C & 3.D)	375
5.2.2	Methodische Aspekte (3.A-3.C & 3.D)	376
5.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (3.A-3.C & 3.D)	378
5.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (3.A-3.C & 3.D)	378
5.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (3.A-3.C & 3.D)	378
5.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (3.A-3.C & 3.D)	379
5.3	SONSTIGE – VERWENDUNG VON N₂O (3.D)	379
5.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (3.D.1)	379
5.3.2	Methodische Aspekte (3.D.1)	381
5.3.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (3.D.1)	383
5.3.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (3.D.1)	383
5.3.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (3.D.1)	384
5.3.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (3.D.1)	384
6	LANDWIRTSCHAFT (CRF SEKTOR 4)	385
6.1	ÜBERBLICK (CRF SEKTOR 4)	385
6.1.1	Quellgruppen und Gesamtemissionen 1990 - 2010	385
6.1.2	Das Emissionsinventarmodell GAS-EM	385
6.1.2.1	Verwendete Regelwerke und ausführlicher Bericht	385
6.1.2.2	Grundstruktur des Emissionsinventarmodells GAS-EM	386
6.1.2.3	Die Behandlung von Kohlenstoff im Emissionsinventar	387
6.1.2.4	Das Stickstoff-Fluss-Konzept	387
6.1.3	Charakterisierung der Tierbestände	388
6.1.3.1	Tierkategorien (CRF 4.A, 4.B)	388
6.1.3.2	Aktivitätsdaten (CRF 4.A, 4.B)	390
6.1.3.2.1	Tierzahlen (CRF 4.A, 4.B)	390
6.1.3.2.2	Leistungs-, Energie- und Futterdaten (CRF 4.A, 4.B)	392
6.1.3.2.3	N-Ausscheidungen (CRF 4.B)	395
6.1.3.2.4	Haltungs-, Lager- und Ausbringungsverfahren sowie Weidezeiten (CRF 4.A, 4.B, 4.D)	397
6.1.3.2.5	Einstreu bei Festmistsystemen (CRF 4.B)	399
6.1.3.3	Änderungen in den Tiermodellen (CRF 4.A, 4.B)	399
6.1.4	Gesamtunsicherheit aller Emissionen des Sektors 4	400
6.1.5	Qualitätssicherung und -kontrolle	404
6.1.5.1	Überprüfung von Eingangsdaten und Emissionsergebnissen	404
6.1.5.2	Qualitätssystem Emissionsinventare	404
6.1.5.3	Vergleiche mit den Vorjahresergebnissen	404
6.1.5.4	Verifizierung	404
6.1.5.5	Reviews und Reports	405
6.2	FERMENTATION BEI DER VERDAUUNG (4.A)	405
6.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (4.A)	405
6.2.2	Methodische Aspekte (4.A)	406
6.2.2.1	Methodik	406
6.2.2.2	Änderungen der Methodik	407
6.2.2.3	Aktivitätsdaten und zusätzliche Informationen (4.A)	407
6.2.2.4	Berechnete Emissionen (4.A)	407
6.2.2.5	Emissionsfaktoren (4.A)	408
6.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.A)	409
6.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.A)	409
6.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (4.A)	411
6.2.6	Geplante Verbesserungen (4.A)	413
6.3	WIRTSCHAFTSDÜNGER-MANAGEMENT (4.B)	414
6.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (4.B)	414
6.3.2	Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B, Methan)	415
6.3.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (4.B, Methan)	415
6.3.2.2	Methodische Aspekte (4.B, Methan)	415
6.3.2.2.1	Methodik (4.B, Methan)	415
6.3.2.2.2	Änderungen der Methodik (4.B, Methan)	418
6.3.2.2.3	Aktivitätsdaten und zusätzliche Informationen (4.B, Methan)	418
6.3.2.2.4	Berechnete CH ₄ -Emissionen (4.B, Methan)	422
6.3.2.2.5	CH ₄ -Emissionsfaktoren (4.B, Methan)	423
6.3.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.B, Methan)	423
6.3.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.B, Methan)	423
6.3.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (4.B, Methan)	427
6.3.2.6	Geplante Verbesserungen (4.B, Methan)	430

6.3.3 NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B, NMVOC)	431
6.3.4 N₂O- und NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B, N₂O & NO) 431	
6.3.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.B, N ₂ O & NO)	431
6.3.4.2 Methodische Aspekte (4.B, N ₂ O & NO)	431
6.3.4.2.1 Methodik (4.B, N ₂ O & NO)	431
6.3.4.2.2 Änderungen der Methodik (4.B, N ₂ O & NO)	432
6.3.4.2.3 Aktivitätsdaten und zusätzliche Informationen (4.B(b))	432
6.3.4.2.4 Berechnete N ₂ O- und NO-Emissionen	434
6.3.4.2.5 Emissionsfaktoren (4.B, N ₂ O & NO)	436
6.3.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.B, N ₂ O & NO)	437
6.3.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.B, N ₂ O & NO)	438
6.3.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (4.B, N ₂ O & NO)	439
6.3.4.6 Geplante Verbesserungen (4.B, N ₂ O & NO)	440
6.4 REISANBAU (4.C)	440
6.5 LANDWIRTSCHAFTLICHE BÖDEN (4.D)	441
6.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.D)	441
6.5.2 Methodische Aspekte (4.D)	441
6.5.2.1.1 Grundkonzept	441
6.5.2.1.2 Direkte N ₂ O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (4.Ds1.2, 4.Ds1.3)	441
6.5.2.1.3 Indirekte N ₂ O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden als Folge der Deposition reaktiven Stickstoffs (4.Ds1.3)	443
6.5.2.1.4 Indirekte N ₂ O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden als Folge von Auswaschung und Oberflächenabfluss (4.Ds1.3)	444
6.5.2.1.5 NO-Emissionen	445
6.5.2.1.6 NMVOC-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden und Kulturen	445
6.5.2.1.7 $Frac_{GASF}$ und $Frac_{GASM}$	445
6.5.2.1.8 Die übrigen $Frac$ -Verhältnisgrößen	446
6.5.2.2 Aktivitätsdaten und zusätzliche Informationen (4.D)	447
6.5.2.3 Berechnete Emissionen aus dem Bereich landwirtschaftlich genutzter Böden (4.D)	451
6.5.2.4 Die effektiven Emissionsfaktoren (IEF) (4.D)	451
6.5.3 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.D)	451
6.5.4 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz(4.D)	453
6.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (4.D)	453
6.5.6 Geplante Verbesserungen (4.D)	456
6.6 BRANDRODUNG (4.E)	456
6.7 VERBRENNEN VON ERNTERÜCKSTÄNDEN AUF DER FLÄCHE (4.F)	457
7 LANDNUTZUNG, LANDNUTZUNGSÄNDERUNG UND FORSTWIRTSCHAFT (CRF SEKTOR 5)	458
7.1 ÜBERSICHT (CRF SEKTOR 5)	458
7.1.1 Quellgruppen und Gesamtemissionen und -senken 1990 - 2010	458
7.1.2 Methodische Grundlagen	460
7.1.3 Methodische Erfassung der Landnutzungsmatrix	460
7.1.3.1 Einleitung	460
7.1.3.2 Datengrundlage und -aufarbeitung	461
7.1.3.2.1 Datenquellen	461
7.1.3.2.2 Ableiten der LULUCF-Informationen	464
7.1.3.3 Validierung und Fehlerbetrachtungen	466
7.1.3.4 Schrittweise Implementierung	467
7.1.3.4.1 Ableitung der Landnutzung in den Jahren 1990, 2000, 2005, 2008 und 2010	468
7.1.3.4.2 Ableitung der jährlichen Landnutzungsänderungen	471
7.1.3.5 Landnutzungsänderungen nach Konvention und KP	471
7.1.4 Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien	473
7.1.5 Bodenkohlenstoff in Mineralböden (5.A bis 5.F)	476
7.1.6 Treibhausgasemissionen aus drainierten organischen Böden (5.A bis 5.F)	477
7.1.6.1 Aktivitätsdaten: Flächenermittlung	478
7.1.6.2 Emissionsfaktoren: Ermittlung landesspezifischer Emissionsfaktoren	479
7.1.7 Biomasse (5.B bis 5.F)	479
7.1.8 Qualitätssicherung	481
7.2 WÄLDER (5.A)	482
7.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (5.A)	482
7.2.1.1 Verbleibende Waldfläche (Forest Land remaining Forest Land) (5.A.1)	484

7.2.1.2	Neuwaldflächen (Land converted to Forest Land) (5.A.2)	484
7.2.2	Informationen zu den für die Ermittlung der Waldflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.A)	485
7.2.2.1	Bundeswaldinventur, Inventurstudie 2008 und Datenspeicher Waldfonds	485
7.2.2.2	Bodenzustandserhebung im Wald (BZE und BioSoil)	486
7.2.2.3	Weitere Aktivitätsdaten	486
7.2.3	Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssystemen und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.A)	487
7.2.3.1	Walddefinition der Bundeswaldinventur	487
7.2.3.2	Bestimmung der Waldfläche und der Veränderung	487
7.2.4	Methodische Aspekte (5.A)	489
7.2.4.1	Biomasse	489
7.2.4.1.1	Verbleibende Waldfläche	489
7.2.4.1.2	Neuwaldfläche	492
7.2.4.1.3	Herleitung der Einzelbaumbiomassen	493
7.2.4.1.4	Konvertierung in oberirdische Einzelbaumbiomasse	495
7.2.4.1.5	Konvertierung in unterirdische Biomasse	498
7.2.4.1.6	Konvertierung der Einzelbaumbiomasse in Kohlenstoff	498
7.2.4.1.7	Hochrechnungsalgorithmen für den Zustand von 1987, 2002, 2008	498
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“)	500
7.2.4.1.9	Interpolation der Zeiträume hin zu jährlichen Veränderungsschätzungen	500
7.2.4.2	Totholz	500
7.2.4.2.1	Verbleibende Waldfläche	500
7.2.4.2.2	Neuwaldfläche	501
7.2.4.3	Streu	501
7.2.4.3.1	Verbleibende Waldfläche	501
7.2.4.3.2	Neuwaldflächen	502
7.2.4.3.3	Herleitung der Kohlenstoffvorräte der Streu	502
7.2.4.3.4	Herleitung der Kohlenstoffvorratsänderung in der Streu in dem Zeitraum von 1990 (BZE I) bis 2006 (BZE II/BioSoil)	503
7.2.4.4	Mineralische Böden	503
7.2.4.4.1	Verbleibende Waldfläche	503
7.2.4.4.2	Neuwaldflächen	503
7.2.4.4.3	Herleitung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen	504
7.2.4.4.4	Ergebnisse der Herleitung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen	506
7.2.4.5	Organische Böden	507
7.2.4.5.1	Verbleibende Waldfläche	507
7.2.4.5.2	Neuwaldflächen	508
7.2.4.6	Sonstige Treibhausgasemissionen aus Wäldern	508
7.2.4.6.1	Kalkung	508
7.2.4.6.2	Waldbrand	509
7.2.4.6.3	Drainage	511
7.2.4.6.4	Landnutzungsänderung von Wald zu Ackerland	511
7.2.5	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5.A)	512
7.2.5.1	Unsicherheiten bei der Schätzung von Landnutzungsänderungsflächen	512
7.2.5.2	Unsicherheiten bei der Schätzung der ober- und unterirdischen Biomasse	513
7.2.5.2.1	Konvertierung von Derbholzvolumen in Baumholzvolumen	513
7.2.5.2.2	Baumartengruppenspezifische Raumdichten	515
7.2.5.2.3	Ableitung der unterirdischen Biomasse	516
7.2.5.2.4	Stichprobenfehler	517
7.2.5.3	Unsicherheiten bei der Schätzung der Streu und der mineralischen Böden	521
7.2.5.3.1	Probenahmefehler	521
7.2.5.3.2	Kleinräumige Variabilität	521
7.2.5.3.3	Repräsentanz von Punkten innerhalb der Straten	522
7.2.5.3.4	Datengrundlage	522
7.2.5.3.5	Stichprobenfehler	522
7.2.5.4	Zeitreihenkonsistenz	523
7.2.6	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5.A)	523
7.2.6.1	Biomasse und Totholz	523
7.2.6.2	Streu und mineralische Böden	524
7.2.6.3	Vergleich mit Ergebnissen anderer Staaten	524
7.2.7	Quellenspezifische Rückrechnungen (5.A)	525
7.2.7.1	Verbleibender Wald	526

7.2.7.2	Neuwaldfläche	528
7.2.8	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5.A)	528
7.2.8.1	Landnutzungsänderungen	528
7.2.8.2	Streu und mineralische Böden	529
7.3	ACKERLAND (5.B)	530
7.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (5.B)	530
7.3.2	Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.B)	531
7.3.3	Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.B)	532
7.3.4	Methodische Aspekte (5.B)	532
7.3.4.1	Datenquellen	532
7.3.4.2	Biomasse	532
7.3.4.2.1	Kohlenstoffvorräte in der Biomasse von perennierenden Ackerkulturen	532
7.3.4.2.2	Kohlenstoffvorräte in der Biomasse von annuellen Ackerkulturen	532
7.3.4.2.3	Gesamte Kohlenstoffvorräte in der Biomasse Ackerland	534
7.3.4.3	Mineralische Böden	535
7.3.4.4	Organische Böden	536
7.3.4.5	Kalkung	536
7.3.5	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5.B)	536
7.3.6	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5.B)	538
7.3.7	Quellenspezifische Rückrechnungen (5.B)	539
7.3.8	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5.B)	541
7.4	GRÜNLAND (5.C)	542
7.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (5. C)	542
7.4.2	Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.C)	543
7.4.3	Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.C)	544
7.4.4	Methodische Aspekte (5. C)	544
7.4.4.1	Datenquellen	544
7.4.4.2	Biomasse	544
7.4.4.2.1	Grünland im engen Sinne	545
7.4.4.2.2	Gehölze	545
7.4.4.3	Mineralische Böden	546
7.4.4.4	Organische Böden	546
7.4.4.5	Kalkung	547
7.4.5	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. C)	547
7.4.6	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. C)	549
7.4.7	Quellenspezifische Rückrechnungen (5. C)	550
7.4.8	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5. C)	552
7.5	WETLAND (5.D)	552
7.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (5. D)	552
7.5.2	Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken	554
7.5.3	Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.D)	555
7.5.4	Methodische Aspekte (5. D)	555
7.5.4.1	Datenquellen	555
7.5.4.2	Biomasse	555
7.5.4.3	Mineralböden	555
7.5.4.4	Organische Böden	556
7.5.5	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. D)	556
7.5.6	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. D)	559
7.5.7	Quellenspezifische Rückrechnungen (5. D)	559
7.5.8	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5. D)	561
7.6	SIEDLUNGEN (5.E)	561
7.6.1	Beschreibung der Quellgruppe (5. E)	561
7.6.2	Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.E)	563
7.6.3	Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.E)	564
7.6.4	Methodische Aspekte (5. E)	564

7.6.4.1	Datenquellen	564
7.6.4.2	Biomasse	564
7.6.4.3	Mineralische Böden	565
7.6.4.4	Organische Böden	565
7.6.5	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. E)	565
7.6.6	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. E)	566
7.6.7	Quellenspezifische Rückrechnungen (5. E)	567
7.6.8	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5. E)	569
7.7	SONSTIGES LAND (5.F)	569
7.7.1	Beschreibung der Quellgruppe (5. F)	569
7.7.2	Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.F)	569
7.7.3	Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.F)	569
7.7.4	Methodische Aspekte (5. F)	569
7.7.5	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. F)	569
7.7.6	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. F)	570
7.7.7	Quellenspezifische Rückrechnungen (5. F)	570
7.7.8	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5. F)	570
7.8	ANDERE BEREICHE (5.G)	570
8	ABFALL UND ABWASSER (CRF SEKTOR 6)	571
8.1	ÜBERSICHT (CRF SEKTOR 6)	571
8.2	ABFALLDEPONIE (6.A)	571
8.2.1	Geordnete Deponierung – Deponierung von Siedlungsabfällen (6.A.1)	572
8.2.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (6.A.1)	572
8.2.1.2	Methodische Aspekte (6.A.1)	573
8.2.1.2.1	Deponierte Abfallmengen	575
8.2.1.2.2	Abfallzusammensetzung	576
8.2.1.2.3	F (Methankorrekturfaktor)	578
8.2.1.2.4	DOC	579
8.2.1.2.5	DOC _F	579
8.2.1.2.6	F = Anteil des CH ₄ am Deponiegas	579
8.2.1.2.7	Halbwertszeit	579
8.2.1.2.8	Deponiegasnutzung	580
8.2.1.2.9	Oxidationsfaktor	581
8.2.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.A.1)	581
8.2.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/ -kontrolle und Verifizierung (6.A.1)	581
8.2.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (6.A.1)	582
8.2.1.6	Geplante Verbesserungen (6.A.1)	582
8.3	ABWASSERBEHANDLUNG (6.B)	583
8.3.1	Methanemissionen der industriellen Abwasser- und Schlammbehandlung (6.B.1)	583
8.3.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (6.B.1)	583
8.3.2	Kommunale Abwasserbehandlung (6.B.2)	585
8.3.2.1	Methanemissionen der kommunalen Abwasserbehandlung (6.B.2 Abwasserbehandlung)	585
8.3.2.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2 Abwasserbehandlung)	585
8.3.2.1.2	Methodische Aspekte (6.B.2 Abwasserbehandlung)	585
8.3.2.1.3	Unsicherheit und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2 Abwasserbehandlung)	586
8.3.2.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/ -kontrolle und Verifizierung (6.B.2 Abwasserbehandlung)	586
8.3.2.1.5	Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2 Abwasserbehandlung)	586
8.3.2.1.6	Geplante Verbesserungen (6.B.2 Abwasserbehandlung)	586
8.3.2.2	Methanemissionen der kommunalen Schlammbehandlung (6.B.2 Schlammbehandlung)	586
8.3.2.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2 Schlammbehandlung)	586
8.3.2.2.2	Methodische Aspekte (6.B.2 Schlammbehandlung)	587
8.3.2.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2 Schlammbehandlung)	588
8.3.2.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.B.2 Schlammbehandlung)	588
8.3.2.2.5	Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2 Schlammbehandlung)	588
8.3.2.2.6	Geplante Verbesserungen (6.B.2 Schlammbehandlung)	588
8.3.2.3	Lachgasemissionen aus dem kommunalen Abwasser (6.B.2 Lachgas kommunal)	588
8.3.2.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2 Lachgas kommunal)	588

8.3.2.3.2	Methodische Aspekte (6.B.2 Lachgas kommunal)	589
8.3.2.3.3	Unsicherheit und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2 Lachgas kommunal)	589
8.3.2.3.4	Quellgruppenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.B.2 Lachgas kommunal)	590
8.3.2.3.5	Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2 Lachgas kommunal)	590
8.3.2.3.6	Geplante Verbesserungen (6.B.2 Lachgas kommunal)	590
8.4	ABFALLVERBRENNUNG (6.C)	591
8.5	ANDERE BEREICHE (6.D)	591
8.5.1	Andere Bereiche - Kompostierungsanlagen (6.D.1)	591
8.5.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (6.D.1)	591
8.5.1.2	Methodische Aspekte (6.D.1)	591
8.5.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.D.1)	592
8.5.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.D.1)	592
8.5.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (6.D.1)	592
8.5.1.6	Geplante Verbesserungen (6.D.1)	593
8.5.2	Andere Bereiche - Mechanisch-biologische Abfallbehandlung (MBA) (6.D.2)	593
8.5.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (6.D.2)	593
8.5.2.2	Methodische Aspekte (6.D.2)	594
8.5.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.D.2)	595
8.5.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.D.2)	595
8.5.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (6.D.2)	595
8.5.2.6	Geplante Verbesserungen (6.D.2)	595
9	ANDERE (CRF SEKTOR 7)	596
10	RÜCKRECHNUNGEN UND VERBESSERUNGEN	597
10.1	ERKLÄRUNG UND RECHTFERTIGUNG DER RÜCKRECHNUNGEN	597
10.1.1	Treibhausgas-Inventar	597
10.1.1.1	Generelles Vorgehen	597
10.1.1.2	Rückrechnungen im Inventar 2012 nach Quellgruppen	598
10.1.1.3	Rückrechnungen im Inventar 2012 nach Substanzen	600
10.1.1.4	Rückrechnungen als Umsetzung von Ergebnissen des Review Prozesses	601
10.1.2	KP-LULUCF-Inventar	601
10.1.2.1	Generelles Vorgehen	601
10.1.2.2	Rückrechnungen im Inventar 2012 nach Quellgruppen	601
10.1.2.3	Rückrechnungen im Inventar 2012 nach Substanzen	602
10.1.2.4	Rückrechnungen als Umsetzung von Ergebnissen des Review Prozesses	602
10.2	AUSWIRKUNG AUF DIE HÖHE DER EMISSIONEN	602
10.2.1	Treibhausgas-Inventar	602
10.2.1.1	Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 1990	603
10.2.1.2	Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 2009	604
10.2.2	KP-LULUCF-Inventar	606
10.2.2.1	Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 1990	606
10.2.2.2	Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 2009	607
10.3	AUSWIRKUNG AUF DIE EMISSIONSTRENDS UND DIE KONSISTENZ DER ZEITREIHE	607
10.3.1	Treibhausgas-Inventar	607
10.3.2	KP-LULUCF-Inventar	607
10.4	VERBESSERUNGEN DES INVENTARS	608
10.4.1	Treibhausgas-Inventar	608
10.4.2	KP & LULUCF	634
11	ERGÄNZENDE INFORMATIONEN WIE NACH ARTIKEL 7, ABSATZ 1 DES KYOTO-PROTOKOLLS GEFORDERT	635
11.1	ALLGEMEINE INFORMATIONEN	635
11.1.1	Wald-Definition und andere Kriterien	635
11.1.2	Gewählte Aktivitäten unter Artikel 3, Absatz 4 des Kyoto-Protokolls	636
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	636
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	638
11.2	LANDBEZUGENE INFORMATIONEN	638

11.2.1 Methode, die für die Bestimmung der Flächengröße nach Artikel 3.3 genutzt wird	638
11.2.2 Methodik, die zur Entwicklung der Landübergangsmatrix benutzt wird	638
11.2.3 Karten und/oder Datenbanken zur Bestimmung der geografischen Position von Flächen und das zugehörige Identifizierungssystem	639
11.3 AKTIVITÄTSSPEZIFISCHE INFORMATIONEN	640
11.3.1 Methoden für Kohlenstoffbestandsänderung, Treibhausgasemissionen und Abbauschätzungen	640
11.3.1.1 Beschreibung der Methoden und der angewandten, zugrundeliegenden Annahmen	640
11.3.1.1.1 Zusammenfassung	640
11.3.1.1.2 Biomasse	641
11.3.1.1.3 Totholz	641
11.3.1.1.4 Streu	642
11.3.1.1.5 Mineralische Böden	642
11.3.1.1.6 Organische Böden	643
11.3.1.1.7 Sonstige Treibhausgasemissionen aus Wäldern	643
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	644
11.3.1.3 Informationen ob indirekte oder natürliche Treibhausgase und Abbau ausgeklammert wurden oder nicht	644
11.3.1.4 Änderungen in den Daten und Methoden seit der letzten Einreichung (Rückrechnungen)	644
11.3.1.5 Schätzung der Unsicherheiten	647
11.3.1.6 Informationen über andere Methoden	647
11.3.1.6.1 Vergleich mit Ergebnissen anderer Staaten	647
11.3.1.7 Das Anfangsjahr einer Aktivität, falls nach 2008	650
11.4 ARTIKEL 3.3	650
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	650
11.4.2 Informationen über die Unterscheidung zwischen Ernte oder Waldstörung, die vom Neuaufbau von Wäldern gefolgt sind, und Entwaldung	651
11.4.3 Informationen über die Größe und geografische Lage von Waldgebieten, die Waldabdeckung verloren haben aber nicht als entwaldet gelten	652
11.5 ARTIKEL 3.4	652
11.5.1 Informationen, die belegen, dass Aktivitäten nach Artikel 3.4 seit dem 1.Januar 1990 auftraten und vom Menschen verursacht sind	652
11.5.2 Informationen bezüglich der Kulturlächen- und Weidelandbewirtschaftung sowie der Wiederbegrünung, wenn ausgewählt, für das Basisjahr	655
11.5.3 Informationen zur Waldbewirtschaftung	655
11.6 WEITERE INFORMATIONEN	657
11.6.1 Hauptkategorienanalyse für Aktivitäten nach Artikel 3.3 und die gewählten Aktivitäten nach Artikel 3.4	657
11.7 INFORMATIONEN ZU ARTIKEL 6 (JI- & CDM-PROJEKTE / MANAGEMENT DER ERU)	657
12 INFORMATIONEN ZUR BUCHFÜHRUNG DER KYOTO-EINHEITEN	657
12.1 BACKGROUND INFORMATION	657
12.2 SUMMARY OF INFORMATION REPORTED IN THE SEF TABLES	657
12.3 DISCREPANCIES AND NOTIFICATIONS	659
12.4 PUBLICLY ACCESSIBLE INFORMATION	659
12.5 CALCULATION OF THE COMMITMENT PERIOD RESERVE	660
13 INFORMATIONEN ÜBER ÄNDERUNGEN IM NATIONALEN SYSTEMS	661
14 INFORMATIONEN ZU ÄNDERUNGEN IN DEN NATIONALEN REGISTERN	663
15 INFORMATIONEN ZUR MINIMIERUNG DER NEGATIVEN EINFLÜSSE NACH ARTIKEL 3, ABSATZ 14	664
16 WEITERE INFORMATIONEN	668
17 ANHANG 1: HAUPTKATEGORIEN DES DEUTSCHEN TREIBHAUSGASINVENTARS	669
17.1 BESCHREIBUNG DER METHODEN ZUR FESTLEGUNG DER HAUPTKATEGORIEN	670
17.1.1 Tier-1-Verfahren	670

17.1.2 Tier-2-Verfahren	670
17.1.3 Bewertung qualitativer Kriterien	670
17.1.4 Hauptkategorien-Analyse für die Kyoto-Berichterstattung	671
18 ANHANG 2: DETAILLIERTE ERLÄUTERUNG DER METHODEN UND DATEN ZUR BERECHNUNG VON CO₂ EMISSIONEN AUS DER VERBRENNUNG VON BRENNSTOFFEN	673
18.1 DIE DEUTSCHE ENERGIEBILANZ	673
18.2 AUFBAU DER ENERGIEBILANZEN	674
18.3 METHODISCHE ASPEKTE: ENERGIEBEDINGTE AKTIVITÄTSRATEN	679
18.4 UNSICHERHEITEN, ZEITREIHENKONSISTENZ UND QUALITÄTSSICHERUNG DER ENERGIEBILANZ	680
18.4.1 Das Bilanzjahr 1990 und die Energiebilanzen für 1991 bis 1994	681
18.4.2 Qualitätsbericht zur Energiebilanz	682
18.4.2.1 Hintergrund	682
18.4.2.2 Qualität der verwendeten Datenquellen	683
18.4.2.3 Transparenz der Methoden und Verfahren	685
18.4.2.4 Kontrolle und Verifikation der Ergebnisse	687
18.4.2.5 Dokumentation und Archivierung	688
18.4.2.6 Qualifikation der Bearbeiter	688
18.4.2.7 Erläuterungen zur Aktualität bzw. zeitlichen Verfügbarkeit der amtlichen Statistiken und der Verbands- und sonstigen Daten für die Erstellung der Energiebilanzen	691
18.5 UNSICHERHEITEN DER AKTIVITÄTSRATEN STATIONÄRER FEUERUNGSANLAGEN	692
18.6 CO₂-EMISSIONSFAKTOREN	692
18.6.1 Methodische Vorbemerkungen	692
18.6.2 Basis-Emissionsfaktoren für CO₂	694
18.6.3 Ermittlung der Inventar-Emissionsfaktoren für CO₂	694
18.7 ANALYSE DER CO₂-EMISSIONEN AUS DER NICHTENERGETISCHEN VERWENDUNG VON ENERGIETRÄGERN	706
19 ANHANG 3: WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR EINZELNE QUELL- UND SENKENKATEGORIEN, INKLUSIVE KP-LULUCF-AKTIVITÄTEN	710
19.1 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE ENERGIE (1)	710
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)	710
19.1.2 Energiewirtschaft (1.A.1)	710
19.1.2.1 Methodische Aspekte der Ermittlung der Emissionsfaktoren (Kapitel 3.2.6.2)	710
19.1.2.2 Methan-Emissionsfaktoren im Forschungsvorhaben RENTZ et al, 2002	714
19.1.2.3 CO ₂ -Emissionen aus der Abgasentschwefelung (CRF 1.A.1, Kalksteinbilanz)	714
19.1.3 Verkehr (1.A.3)	716
19.1.3.1 Verkehr - Ziviler Luftverkehr (1.A.3.a)	716
19.1.3.1.1 Ableitung der weiteren Emissionsfaktoren (1.A.3.a)	716
19.1.3.1.2 Detailübersicht der für Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren zugrunde gelegten Unsicherheiten (1.A.3.a)	720
19.1.3.2 Ableitung der Aktivitätsraten zum Straßenverkehr (1.A.3.b)	721
19.1.3.2.1 Abgleich auf die Energiebilanz	721
19.1.3.2.2 Zuordnung von Bio-Kraftstoffen, Petroleum sowie Erd- und Flüssiggas auf die Strukturelemente	723
19.1.3.2.3 Aktivitätsrate für Verdunstung	723
19.1.3.3 Ableitung der Emissionsfaktoren	724
19.1.3.3.1 Emissionsfaktoren aus TREMOD	724
19.1.3.3.2 Emissionsfaktoren für Biodiesel, Bio-Ethanol, Petroleum und Flüssiggas	724
19.1.3.4 Ableitung der Daten für West- und Ostdeutschland 1994	725
19.2 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE INDUSTRIEPROZESSE (2)	725
19.2.1 Mineralische Produkte (2.A)	725
19.2.2 Chemische Industrie (2.B)	725
19.2.3 Metall Produktion (2.C)	725
19.2.4 Andere Produktion (2.D)	725
19.2.4.1 Zellstoff- und Papierherstellung (2.D.1)	725
19.2.4.1.1 Verfahren zur Fasergewinnung	726
19.2.4.1.2 Papier und Kartonherstellung	729

19.3 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE LÖSEMittel UND ANDERE PRODUKTVERWENDUNG (3)	730
19.4 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE LANDWIRTSCHAFT (4)	730
19.4.1 Verteilungen von Haltungs- Lager- und Ausbringungsverfahren sowie Weidegangdaten (CRF 4.A, 4.B, 4.D)	730
19.5 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELL-/SENKENKATEGORIE LANDNUTZUNGSÄNDERUNG UND FORSTWIRTSCHAFT (5)	739
19.5.1 Landnutzungsmatrix	739
19.5.1.1 Begründung der Entscheidung für ein stichprobenbasiertes System	739
19.5.1.2 Begründung der Entscheidung für das BWI-Raster	740
19.5.1.3 Umsetzung der Transition Time	741
19.5.2 Ermittlung der Emissionsfaktoren für den Mineralboden	742
19.5.2.1 Landnutzungskategorie Wald (Forest Land)	743
19.5.2.2 Landnutzungskategorien Ackerland, Grünland, Feuchtgebiete, Siedlungen und Sonstiges Land	743
19.5.2.2.1 Allgemein zu 5.B - 5.F	743
19.5.2.2.2 Ackerland	744
19.5.2.2.3 Grünland	745
19.5.2.2.4 Terrestrische Feuchtgebiete, Siedlungen und Sonstige Flächen	745
19.5.2.2.5 Unsicherheiten	746
19.5.2.3 Geplante Verbesserungen	746
19.5.3 Ableitung der Berechnungsgrößen (Emissionsfaktoren) für die Biomasse	747
19.5.3.1 Perennierende Ackerkulturen	747
19.5.3.1.1 Obstbäume	747
19.5.3.1.2 Weihnachtsbaumplantagen	750
19.5.3.1.3 Wein	750
19.5.3.1.4 Mittlerer Kohlenstoffvorrat in der Biomasse von perennierenden Ackerkulturen	751
19.5.4 Unsicherheiten	752
19.5.5 Ergebnisse des internationalen Review-Workshops zur LULUCF-Methodik	761
19.6 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE ABFALL UND ABWASSER (6)	763
19.6.1 Abfall (6.A)	763
19.6.1.1 Unsicherheiten für die Quellgruppe Abfalldeponierung	763
19.6.2 Abwasser (6.B) –Angaben zur Bestimmung der Emissionsfaktoren der Abwasser- und Schlammbehandlung (6.B.2)	765
19.6.3 Bestimmung der Lachgasemissionen in der Abwasserbehandlung (6.B.2)	765
20 ANHANG 4: CO₂ REFERENZVERFAHREN UND VERGLEICH MIT DEM SEKTORANSATZ UND RELEVANTE INFORMATIONEN ZUR NATIONALEN ENERGIEBILANZ	766
21 ANHANG 5: ÜBERPRÜFUNG DER VOLLSTÄNDIGKEIT UND DER POTENTIELL NICHT ERFASSTEN QUELLEN UND SENKEN VON TREIBHAUSGASEMISSIONEN	767
22 ANHANG 6: ZUSATZINFORMATIONEN ALS BESTANDTEIL DES NIR ODER ANDERE HILFREICHE REFERENZINFORMATIONEN	771
22.1 ZUSATZINFORMATIONEN ZUR INVENTARERSTELLUNG UND ZUM NATIONALEN SYSTEM	771
22.1.1 Festlegungen im Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung	771
22.1.2 Zusatzinformationen zum Qualitätssystem Emission	774
22.1.2.1 Mindestanforderungen an ein System zur Qualitätskontrolle und –sicherung	774
22.1.2.1.1 Einführung	774
22.1.2.1.2 System zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung	774
22.1.2.1.3 Zuständige Stelle für die Koordinierung der QK/QS Aktivitäten	775
22.1.2.1.4 QK/QS Plan	776
22.1.2.1.5 Allgemeine Qualitätskontrolle	776
22.1.2.1.6 Quellgruppenspezifische Qualitätskontrolle	777
22.1.2.1.7 Verfahren zur Qualitätssicherung	778
22.1.2.1.8 Verfahren zur Berichterstattung	778
22.1.2.1.9 Dokumentation und Archivierung	778
22.1.2.1.10 Anlage 1: Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei der Emissionsberichterstattung im Umweltbundesamt	780
22.1.2.1.10.1 Einführung	780

22.1.2.1.10.2 System zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung	780
22.1.2.1.10.2.1 Zuständige Stelle für die Koordinierung der QK/QS Aktivitäten im UBA	780
22.1.2.1.10.2.2 Verfahren zur Berichterstattung	781
22.1.2.1.10.3 QK-Plan, QS-Plan und Inventarplan	783
22.1.2.1.10.4 Verfahren zur allgemeinen und quellgruppenspezifischen Qualitätskontrolle	785
22.1.2.1.10.5 Verfahren zur Qualitätssicherung	786
22.1.2.1.10.6 Dokumentation und Archivierung	786
22.1.2.1.11 Anhang 2: Beispiel einer allgemeinen Checkliste für die Rolle Fachverantwortlicher	787
22.1.3 Das Datenbanksystem Zentrales System Emissionen	791
22.2 ERGÄNZENDEN INFORMATIONEN WIE NACH ARTIKEL 7, ABSATZ 1 DES KYOTO- PROTOKOLLS GEFORDERT	792
22.2.1 KP-LULUCF	792
22.2.2 Standard Electronic Format (SEF) Tabellen	793
22.2.2.1 Standard Electronic Format for the reported year 2011	793
22.2.3 Detailliertere Informationen über das nationale System und Änderungen im nationalen System	801
22.2.4 Weitere detaillierte Informationen zu den Nationalen Registern und der Buchführung der Kyoto-Einheiten	801
22.2.4.1 Registry Initialization Recommendation	801
22.2.4.1.1 Introduction	801
22.2.4.1.2 Documentation	801
22.2.4.1.2.1 Readiness	802
22.2.4.1.2.2 Connectivity	802
22.2.4.1.2.3 Interoperability	802
22.2.4.1.3 Initialization Results	802
22.2.4.1.3.1 Readiness	802
22.2.4.1.3.2 Connectivity	803
22.2.4.1.3.3 Interoperability	804
22.3 ZUSATZINFORMATIONEN ZU DEN TRENDS DER TREIBHAUSGASE	805
23 ANHANG 7: TABELLE 6.1 DER IPCC GOOD PRACTICE GUIDANCE	813
24 REFERENZEN	819

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland seit 1990, nach Treibhausgasen'	57
Abbildung 2:	Emissionsentwicklung in Deutschland seit 1990, nach Quellgruppen'	60
Abbildung 3:	Relative Entwicklung der Treibhausgasemissionen seit 1990 nach Quellgruppen'	61
Abbildung 4:	Struktur des Nationalen Systems Emissionen (NaSE)	66
Abbildung 5:	NaSE - Ziele und Instrumente	68
Abbildung 6:	Übersicht über den Prozess der Emissionsberichterstattung	74
Abbildung 7:	QSE - Rollen Aufgaben und Arbeitsabläufe	84
Abbildung 8:	NaSE & QSE - Steuerung und Dokumentation	85
Abbildung 9:	Verfahrensablauf für die jährliche Inventar-Verifikation mit ETS-Monitoring-Daten	88
Abbildung 10:	Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen im Energiebereich	89
Abbildung 11:	Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Industrieprozesse	93
Abbildung 12:	Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus der Lösemittel- und anderen Produktverwendung	95
Abbildung 13:	Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft	96
Abbildung 14:	Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) und KP-LULUCF	97
Abbildung 15:	Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Abfall und Abwasser	98
Abbildung 16:	Relative Entwicklung der Treibhausgase gegenüber 1990	120
Abbildung 17:	Relative Entwicklung der F-Gase gegenüber 1995	123
Abbildung 18:	Emissionsentwicklung der indirekten Treibhausgase und von SO ₂	127
Abbildung 19:	Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 1	129
Abbildung 20:	Merkmale der UBA-Struktur der Bilanz der Emissionsursachen zur Disaggregation der Energiebilanz	132
Abbildung 21:	Schema der Datenquellen für den Brennstoffeinsatz von Abfällen zur energetischen Nutzung im Rahmen des Treibhausgas-Emissionsinventars	134
Abbildung 22:	CO ₂ -Emissionen in Deutschland – Vergleich nationaler und internationaler Berechnungsergebnisse	144
Abbildung 23:	CO ₂ -Emissionen in Deutschland – Vergleich der relativen Abweichungen nationaler und internationaler Berechnungsergebnisse	144
Abbildung 24:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen des von Deutschland abgehenden internationalen Flugverkehrs 1990 - 2010	149
Abbildung 25:	Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Internationalen Seeverkehrs 1990 - 2010	152
Abbildung 26:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.a	156
Abbildung 27:	Datenquellen für den Brennstoffeinsatz in Müllverbrennungsanlagen und Feuerungsanlagen der öffentlichen Energieversorgung	159
Abbildung 28:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.b	166
Abbildung 29:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.c	170
Abbildung 30:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen in Quellgruppe 1.A.2.a	177
Abbildung 31:	Entwicklung der Brennstoffeinsätze der Quellgruppe 1.A.2.f	185

Abbildung 32:	Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des nationalen Flugverkehrs 1990-2010.....	197
Abbildung 33:	Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Schienenverkehrs 1990-2010 (ohne Emissionen aus der Erzeugung von Bahnstrom)	212
Abbildung 34:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen der Binnenschifffahrt 1990 – 2010.....	217
Abbildung 35:	Änderung der Gesamtemission von 1.A.4 in Abhängigkeit von der Temperatur	226
Abbildung 36:	Verlauf des Energieverbrauchs von 1.A.4 nach 4 Brennstoffkategorien.....	227
Abbildung 37:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen der Quellgruppe 1.A.5	235
Abbildung 38:	Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des militärischen Verkehrs 1990-2010..	237
Abbildung 39:	Emissionen für CO ₂ , CH ₄ , NMVOC, SO ₂ und CO der Quellgruppe 1.B.	240
Abbildung 40:	Gegenüberstellung von verwertetem und emittiertem CH ₄ aus Grubengas	250
Abbildung 41:	Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 2.....	276
Abbildung 42:	Zeitlicher Verlauf und Quellgruppenzuordnung der aus dem Reduktionsmitteleinsatz zur Primärstahlerzeugung bzw. Gichtgasaufkommen resultierenden CO ₂ -Emissionen	315
Abbildung 43:	Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 3.....	374
Abbildung 44:	Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 4.....	385
Abbildung 45:	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.)	386
Abbildung 46:	Konzept, thematische Inhalte und räumliche Auflösung des GAS-EM Modells.....	387
Abbildung 47:	Zeitreihen der Treibhausgasemissionen und –senken [Gg CO ₂ -Equivalents] im LULUCF-Sektor seit 1990, unterschieden nach Unterkategorien.....	459
Abbildung 48:	Zeitreihen der Treibhausgasemissionen und –senken [Gg CO ₂ -Equivalents] im LULUCF-Sektor seit 1990, unterschieden nach Quellgruppen.....	459
Abbildung 49:	Schematische Darstellung der Zuordnung von Stichprobenpunkten zu einer Landnutzungskategorie	466
Abbildung 50:	Entscheidungsbäume für die Jahre 1990, 2000, 2005, 2008, 2010	470
Abbildung 51:	Treibhausgasemissionen [Gg CO ₂ -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Wäldern von 1990 – 2010 nach Subkategorien.....	483
Abbildung 52:	Treibhausgasemissionen [Gg CO ₂ -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Wäldern von 1990 – 2010 nach Pools	484
Abbildung 53:	Kohlenstoffvorräte für die unterirdische und oberirdische Biomasse im Wald für die Jahre 1987/1993, 2002 und 2008	490
Abbildung 54:	Rohholzaufkommen im Wald jährlich und für die Perioden 1991 bis 2001 und 2002 bis 2010	491
Abbildung 55:	Altersklassenstruktur der Wälder in Deutschland zum Zeitpunkt 1990, 2002 und 2008.....	492
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 Podsol-Parabraunerde / Podsol-Fahlerde / Fahlerde / Braunerde aus sandigen Deckschichten über Geschiebelehm.....	506
Abbildung 57:	Emissionen aus der Kalkung von Wäldern	509
Abbildung 58:	Waldbrandflächen zwischen 1990 und 2010 (nach BLE, 2011).....	510

Abbildung 59:	Treibhausgasemissionen [Gg CO ₂ -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Ackerland von 1990 – 2010 nach Subkategorien.....	531
Abbildung 60:	Treibhausgasemissionen [Gg CO ₂ -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Ackerland von 1990 – 2010 nach Pools	531
Abbildung 61:	CO ₂ -Emissionen [Gg CO ₂ -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus dem Grünland Deutschlands von 1990 – 2010, dargestellt nach Subkategorien	543
Abbildung 62:	CO ₂ -Emissionen [Gg CO ₂ -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus dem Grünland Deutschlands von 1990 – 2010, dargestellt nach Pools	543
Abbildung 63:	CO ₂ -Emissionen [Gg CO ₂ -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Feuchtgebieten Deutschlands von 1990 – 2010, dargestellt nach Subkategorien	554
Abbildung 64:	CO ₂ -Emissionen [Gg CO ₂ -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus den Feuchtgebieten Deutschlands von 1990 – 2010, dargestellt nach Pools	554
Abbildung 65:	CO ₂ -Emissionen [Gg CO ₂ -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Siedlungen von 1990 – 2010, dargestellt nach Subkategorien.....	563
Abbildung 66:	CO ₂ -Emissionen [Gg CO ₂ -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Siedlungen Deutschlands von 1990 – 2010, dargestellt nach Pools	563
Abbildung 67:	Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 6.....	571
Abbildung 68:	Die Veränderung der Entsorgungspfade des Hausmülls zwischen 1990 und 2010 mit Zwischenjahren	573
Abbildung 69:	Trend in der Zusammensetzung des Hausmülls (ABL) zwischen 1980 und 2009	577
Abbildung 70:	Trend in der Zusammensetzung des Sperrmülls (ABL) zwischen 1980 und 2008	577
Abbildung 71:	Änderung der Gesamtemissionen über alle Kategorien im Vergleich zur Submission 2011 für die gesamte Zeitreihe	600
Abbildung 72:	Rückrechnung der Gesamtemission der einzelnen Treibhausgase über alle Quellgruppen im Vergleich zur Submission 2011, für die gesamte Zeitreihe	601
Abbildung 73:	Rückrechnungen aller Treibhausgase 1990.....	604
Abbildung 74:	Rückrechnungen aller Treibhausgase 2009.....	606
Abbildung 75:	Schema zur Unterscheidung zwischen Ernte oder Waldzerstörung, die von Wiederaufforstung gefolgt sind, und Entwaldung.....	652
Abbildung 76:	661	
Abbildung 77:	Zeilenstruktur der Energiebilanzen bis 1994 sowie ab 1995	676
Abbildung 78:	Energieträger der Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland	678
Abbildung 79:	Basis- und Inventar-Emissionsfaktoren für CO ₂	693
Abbildung 80:	Methodik der Emissionsfaktorenberechnung	712
Abbildung 81:	Übersicht zum gesamten Prozess der Emissionsberichterstattung.....	782
Abbildung 82:	Steuerung und Dokumentation im Rahmen des NaSE und des QSE	784

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe	58
Tabelle 2:	Anteile an der Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe	59
Tabelle 3:	Global Warming Potential (GWP) der Treibhausgase	81
Tabelle 4:	QSE - Rollen und Verantwortlichkeiten	83
Tabelle 5:	Anzahl der Quellgruppen und Hauptkategorien	101
Tabelle 6:	Ergebnis der Hauptkategorienanalyse KP-LULUCF	102
Tabelle 7:	Hauptkategorien für Deutschland gemäß Tier 1-Ansatz	103
Tabelle 8:	Hauptkategorien für Deutschland, die sich nur aufgrund des Tier 2-Ansatzes ergeben	104
Tabelle 9:	Inventarplan 2012	107
Tabelle 10:	Inventarplan - erledigte Handlungsbedarfe/Verbesserungen	108
Tabelle 11:	Inventarplan - offene bzw. in Bearbeitung befindliche Handlungsbedarfe	110
Tabelle 12:	Emissionen von direkten und indirekten Treibhausgasen und SO ₂ in Deutschland seit 1990	119
Tabelle 13:	Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO ₂ in Deutschland seit dem jeweiligen Bezugsjahr	119
Tabelle 14:	Veränderungen der Treibhausgas-Emissionen in Deutschland nach Quellgruppen, seit 1990 / seit dem jeweils letzten Jahr	125
Tabelle 15:	Emissionen von 2009 und 2010 für die KP-LULUCF-Aktivitäten Aufforstung und Entwaldung unter Artikel 3.3 und Waldbewirtschaftung unter Artikel 3.4.	127
Tabelle 16:	Struktur der Bilanz der Emissionsursachen - Öffentliche Versorgung – Quellgruppe 1.A.1.a	135
Tabelle 17:	Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – Raffinerien – Quellgruppe 1.A.1.b	136
Tabelle 18:	Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – Kohlenbergbau und übriger Umwandlungsbereich – Quellgruppe 1.A.1.c	137
Tabelle 19:	Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – Quellgruppen 1.A.2.a - f	138
Tabelle 20:	Struktur der Bilanz der Emissionsursachen - Sonstige Industriekraftwerke und Industriekessel – Quellgruppe 1.A.2.f sonstige	139
Tabelle 21:	Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – bereits ins ZSE integrierte Strukturelemente – Quellgruppen 1.A.4 und 1.A.5.a	140
Tabelle 22:	Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – Erdgasverdichterstationen – Quellgruppe: 1.A.3.e	140
Tabelle 23:	Vergleich der CO ₂ -Inventare mit anderen unabhängigen nationalen und internationalen Ergebnissen	143
Tabelle 24:	Vergleich der Ergebnisse der CO ₂ -Berechnungen der einzelnen Bundesländer mit den Bundesinventaren	146
Tabelle 25:	Entwicklung des internationalen Anteils am Gesamt-Kerosinverbrauch	150
Tabelle 26:	Revision des inländischen Kerosinabsatzes an die zivile Luftfahrt 2008 und 2009 ...	150
Tabelle 27:	Revision des Anteils des internationalen Flugverkehrs am inländischen Kerosinabsatz 2007-2009	150
Tabelle 28:	Neuberechnung des Kerosinverbrauchs des internationalen Flugverkehrs 2007-2009	150
Tabelle 29:	Revision der Menge mitverbrannter Schmierstoffe 2007-2009	151

Tabelle 30:	resultierende Neuberechnung der THG-Emissionen des internationalen Flugverkehrs für die Jahre 2007 bis 2009	151
Tabelle 31:	verwendete Aktivitätsdaten der Nationalen Energiebilanzen	152
Tabelle 32:	jährliche Bunkermengen (in TJ) des von D ausgehenden internationalen Seeverkehrs	153
Tabelle 33:	jährlich durch den von D ausgehenden internationalen Seeverkehr mitverbrannte Schmierstoffe (in TJ)	153
Tabelle 34:	Einfluss der vorgenommenen Rückrechnungen auf die Höhe der für den Sektor berichteten Gesamt-Treibhausgasemissionen	154
Tabelle 35:	CO ₂ -Emissionen aus der Gichtgasverbrennung in öffentlichen Kraftwerken	159
Tabelle 36:	Technologische Emissionsfaktoren für Lachgas aus GFA	161
Tabelle 37:	Technologische Emissionsfaktoren für Lachgas aus Anlagen < 50 MW FWL	161
Tabelle 38:	Quellenspezifische Rückrechnungen CRF 1.A.1.a	164
Tabelle 39:	Rückrechnungen in CRF 1.A.1.b	168
Tabelle 40:	CO ₂ -Emissionen aus der Gichtgasverbrennung in Kokereien	172
Tabelle 41:	Rückrechnungen in CRF 1.A.1.c	174
Tabelle 42:	Rückrechnung der CO-Emissionen (1.A.1.c)	174
Tabelle 43:	Rückrechnungen in CRF 1.A.2.a	179
Tabelle 44:	Rückrechnungen in CRF 1.A.2.b	181
Tabelle 45:	Rückrechnungen in CRF 1.A.2.f Zement	188
Tabelle 46:	Rückrechnungen für CO ₂ in CRF 1.A.2.f Sonstige	195
Tabelle 47:	Entwicklung des nationalen Anteils seit 1990	198
Tabelle 48:	Emissionsfaktoren für Flugbenzin (1990-2010)	200
Tabelle 49:	Revision des inländischen Kerosinabsatzes an die zivile Luftfahrt 2008 und 2009 ...	202
Tabelle 50:	Revision des Anteils des innerdeutschen Flugverkehrs am inländischen Kerosinabsatz 2007-2009	202
Tabelle 51:	Neuberechnung des Kerosinverbrauchs des innerdeutschen Flugverkehrs 2007-2009	202
Tabelle 52:	Revision der Menge mitverbrannter Schmierstoffe 2007-2009	202
Tabelle 53:	Revision des Absatzes von Flugbenzin 2008 und 2009 gemäß AGEB und BAFA	203
Tabelle 54:	Auswirkungen der beschriebenen Überarbeitungen des Inventars auf die berichteten Treibhausgas-Emissionen	203
Tabelle 55:	Emissionen des Straßenverkehrs	205
Tabelle 56:	Unterscheidung von Minderungstechniken im Straßenverkehr	206
Tabelle 57:	Aktualisierte Kraftstoffeinsätze des Straßenverkehrs	209
Tabelle 58:	weitestgehend auf die Korrektur der EF zurückzuführende Neuberechnung der Methan-Emissionen ab 1990	210
Tabelle 59:	weitestgehend auf die Korrektur der EF zurückzuführende Neuberechnung der Lachgas-Emissionen ab 1990	210
Tabelle 60:	rekalkulierte Gesamt-Treibhausgasemissionen der Quellgruppe seit 1990 exklusive CO ₂ aus Biodiesel	210
Tabelle 61:	Quellennachweis für AR in 1.A.3.c	213
Tabelle 62:	Gegenüberstellung der verwendeten EF und Default- EF und vorhandener Default-EF	214
Tabelle 63:	Einfluss der beschriebenen Rekalkulationen auf die Gesamt-Treibhausgasemissionen der Quellgruppe exklusive CO ₂ aus Biodiesel ab 2001	215
Tabelle 64:	Quellennachweis für die verwendeten Aktivitätsdaten	218

Tabelle 65:	Anpassung der Aktivitätsraten 2009 an Angaben der korrigierten Energiebilanz	220
Tabelle 66:	resultierende Veränderungen der Gesamt-Treibhausgasemissionen ohne CO ₂ aus Biodiesel für das Jahr 2009	220
Tabelle 67:	resultierende Veränderungen der CO ₂ -Emissionen aus der Verbrennung von Biodiesel für das Jahr 2009	220
Tabelle 68:	Anpassung der Aktivitätsdaten an die korrigierte Energiebilanz 2009	224
Tabelle 69:	rekalkulierte Treibhausgas-Gesamtemissionen 2009	224
Tabelle 70:	Rückrechnungen in CRF 1.A.3.e, Erdgasverdichterstationen	224
Tabelle 71:	Sektorale Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen der Haushalte und Kleinverbraucher für das Bezugsjahr 2005	230
Tabelle 72:	Sektorale Emissionsfaktoren für mobile Quellen der Haushalte, des landwirtschaftlichen Verkehrs sowie der Fischerei	230
Tabelle 73:	Emissionsberechnung mit landesspezifischen Tier 2/3 Emissionsfaktoren und mit den Tier 1 Default-Emissionsfaktoren nach (IPCC 2006)	232
Tabelle 74:	Rückrechnungen in CRF 1.A.4 (stationär & mobil)	233
Tabelle 75:	Korrigierte und unveränderte Aktivitätsdaten 2009 für mobile Quellen in 1.A.4	233
Tabelle 76:	resultierende Neuberechnung der für 1.A.4.b ii berichteten THG-Emissionen 2009	233
Tabelle 77:	Veränderung der EF(CH ₄) für Diesel in landwirtschaftlichen Fahrzeugen und Maschinen	233
Tabelle 78:	resultierende Neuberechnung der für 1.A.4.c ii berichteten Treibhausgas- Emissionen	234
Tabelle 79:	Sektorale Emissionsfaktoren für das Militär	237
Tabelle 80:	Korrektur der Aktivitätsraten für Flugbenzin 1995 - 2008	238
Tabelle 81:	Korrektur der Aktivitätsraten für Kerosin 1995 - 2008	238
Tabelle 82:	resultierende Neuberechnung der THG-Emissionen 1995 - 2008	238
Tabelle 83:	Zuordnung von Methanemissionen zu Bereichen des CRF	241
Tabelle 84:	Berechnung von Methanemissionen aus dem Kohlenbergbau für 2009	242
Tabelle 85:	Emissionsfaktoren für CH ₄ aus dem Kohlenbergbau für das Jahr 2009	245
Tabelle 86:	Rückrechnung der CO-Emissionen (1.B.1.b)	248
Tabelle 87:	Rückrechnungen für Kohlendioxid, Methan und NMVOC für die Quellgruppe 1.B.2	252
Tabelle 88:	Aktivitätsraten zur Berechnung der Emissionen unter 1.B.2.a.v	260
Tabelle 89:	Emissionsfaktoren für Betankung und Umfüllen/Lagerung von Ottokraftstoffen	260
Tabelle 90:	Gasverteilungsnetz und verursachte Methanemissionen	268
Tabelle 91:	Struktur des Gasverteilungsnetzes	269
Tabelle 92:	Produktion und CO ₂ -Emissionen der deutschen Zementindustrie	278
Tabelle 93:	Produktion und CO ₂ -Emissionen der deutschen Kalkindustrie	281
Tabelle 94:	Kalksteinbilanz für die Verwendung von Kalkstein in Bereichen mit und ohne Emissionsrelevanz an Kohlendioxid	284
Tabelle 95:	CO ₂ -Emissionen aus der Verwendung von Kalkstein (Überblick 2.A.3)	284
Tabelle 96:	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“)	286
Tabelle 97:	Aktivitätsraten und nutzungsbedingte CO ₂ -Emissionen außerhalb der Glasindustrie seit 1990	288
Tabelle 98:	Herstellung und Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen mit Bitumen und dazugehörige AR und EF	291

Tabelle 99:	Emissionsfaktoren bei der Herstellung Asphaltmischgut	293
Tabelle 100:	Aktivitätsraten und prozessbedingte CO ₂ -Emissionen seit 1990.....	295
Tabelle 101:	Glas: Aktivitätsraten der einzelnen Branchensektoren (Glassorten).....	296
Tabelle 102:	Scherbenanteil der einzelnen Glassorten	296
Tabelle 103:	CO ₂ -Emissionsfaktoren für verschiedene Glassorten (berechnet im Vergleich mit Angaben des CORINAIR-Handbuchs).....	297
Tabelle 104:	Aktivitätsraten und prozessbedingte CO ₂ -Emissionen der keramischen Industrie (CRF 2.A.7.b) (gerundet).....	299
Tabelle 105:	IPCC Default Emissionsfaktoren für CH ₄ aus sonstigen Prozessen der Chemischen Industrie	310
Tabelle 106:	nationale Emissionsfaktoren für CH ₄ aus sonstigen Prozessen der Chemischen Industrie	311
Tabelle 107:	In Deutschland verwendete Emissionsfaktoren für sonstige Schadstoffe	311
Tabelle 108:	Meldenummern der Produktionsstatistik	312
Tabelle 109:	CO ₂ -Emissionen aus der Primärstahlerzeugung (einschließlich Gichtgasnutzung) ..	316
Tabelle 110:	Kalksteineinsatz und daraus resultierende CO ₂ -Emissionen bei der Sinter- und Roheisenerzeugung	317
Tabelle 111:	Insgesamt unter 2.C.1 zu berichtende prozessbedingte Emissionen.....	318
Tabelle 112:	AR und prozessbedingte EF der Primäraluminiumproduktion im Jahr 2010	321
Tabelle 113:	IPCC Default Emissionsfaktoren für SO ₂ , NO _x CO, NMVOC aus der Produktion von Zellstoff	328
Tabelle 114:	Reale Emissionsfaktoren der deutschen Anlagen aus der Produktion von Zellstoff. (deutscher Beitrag zur Revision des BVT-Merkblattes für die Papier und Zellstoffindustrie 2007)	328
Tabelle 115:	Zellstoff- und Papierherstellung, produzierte Mengen	328
Tabelle 116:	Aktualisierte Aktivitätsdaten der Spanplattenindustrie (2.D.3)	329
Tabelle 117:	NMVOC-Emissionen aus der Nahrungsmittelindustrie (2 D 2)	331
Tabelle 118:	Überblick über Methoden und verwendete Emissionsfaktoren für das aktuelle Berichtsjahr in der Quellgruppe 2.F - <i>Verbrauch von HFKW, FKW und SF₆</i>	337
Tabelle 119:	Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR und der EM in der Produktion und Anwendung von HFKW-125, HFKW-134a, HFKW-143a und HFKW-32 in Kühlfahrzeugen der Subquellgruppe 2.F.1.c.	350
Tabelle 120:	Inventardaten 2010 der Quellgruppe 2.F.7 mit Unterquellgruppen	364
Tabelle 121:	Quellenspezifische Rückrechnungen in 3.A-D für die NMVOC - Lösemittlemissionen	378
Tabelle 122:	Quellenspezifische Rückrechnungen in 3.A-D für die CO ₂ -Äquivalent - Lösemittlemissionen	379
Tabelle 123:	Charakterisierung der Tierbestände nach IPCC und die für die deutsche Emissionsberichterstattung verwendete Einteilung.....	389
Tabelle 124:	Zahl der in die deutsche Berichterstattung eingehenden Tierplätze (4.A, 4.B) in 1000.....	392
Tabelle 125:	Mittlere Tiergewichte (4.B).....	393
Tabelle 126:	Mittlere tägliche Milchleistung bei Milchkühen (4.A)	393
Tabelle 127:	Mittlere tägliche Gesamtenergie-Aufnahme (GE) (4.A)	394
Tabelle 128:	Tägliche Trockenmasseaufnahme (4.B(a)s1)	395
Tabelle 129:	Verdaulichkeit von organischer Substanz im Futter (4.B(a)s1)	395
Tabelle 130:	Aschegehalt des Futters.....	395

Tabelle 131:	Die 2012 und 2011 berichteten N-Ausscheidungen pro Tierplatz und Jahr (4.B(b))	397
Tabelle 132:	Vergleich der 2012 und 2011 berechneten Gesamt-N-Ausscheidung aller Tiere	397
Tabelle 133:	Gesamtunsicherheitsberechnung für die Emissionen des Sektors 4 (Tierhaltung und Nutzung landwirtschaftlicher Böden)	402
Tabelle 134:	CH ₄ -Emissionen E _{CH₄} aus der Tierhaltung (Verdauung) (4s1.A)	407
Tabelle 135:	CH ₄ -Emissionen aus der Verdauung (4.A.1.a)	408
Tabelle 136:	CH ₄ -Emissionsfaktoren aus der Tierhaltung (Verdauung) (4.A.1.a)	408
Tabelle 137:	CH ₄ -Emissionsfaktoren (Verdauung) bei den übrigen Rindern für 2010 im Vergleich mit den Defaultwerten für West-Europa nach IPCC (1996b)-4.11, Table 4-4 und IPCC (2006)-10.29, Table 10.11	409
Tabelle 138:	Im Inventar verwendete Emissionsfaktoren (Verdauung) für Schafe, Ziegen, Großpferde, Kleinpferde und Ponys, Esel und Maultiere sowie Büffel	409
Tabelle 139:	Methan-Emissionen aus der Verdauung bei Milchkühen verschiedener Länder im Vergleich des resultierenden Emissionsfaktors (IEF) für 2009	410
Tabelle 140:	Methan-Emissionen aus der Verdauung bei übrigen Rindern und Schweinen verschiedener Länder im Vergleich des resultierenden Emissionsfaktors (IEF) für 2009	411
Tabelle 141:	Vergleich der 2012 und 2011 berichteten resultierenden CH ₄ -Emissionsfaktoren (4.A)	412
Tabelle 142:	Vergleich der 2012 und 2011 berichteten CH ₄ -Emissionen (Verdauung) (4.A)	413
Tabelle 143:	Maximale Methan-Bildungskapazität B ₀ nach IPCC (2006)-10.77ff (4.B(a)s1)	416
Tabelle 144:	Maximale Methan-Bildungskapazität B ₀ für Geflügel (4.B(a)s1)	417
Tabelle 145:	Im deutschen Inventar verwendete Methan-Umwandlungsfaktoren MCF in [kg kg ⁻¹] (4.B(a)s1)	417
Tabelle 146:	Tägliche VS-Ausscheidung für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel (ohne Gänse)(4.B(a)s1)	418
Tabelle 147:	Tägliche VS-Ausscheidung pro Tierplatz für Schafe, Ziegen, Pferde, Esel und Maultiere, Büffel und Geflügel (ohne Gänse) (4.B(a)s1)	419
Tabelle 148:	Relative Anteile güllebasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)	419
Tabelle 149:	Relative Anteile strohbasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)	420
Tabelle 150:	Weidegang: relative Haltungssystem-Anteile in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)	421
Tabelle 151:	Methan-Umwandlungsfaktoren (MCF) für güllebasierte Systeme bei Milchkühen, übrigen Rinder und Schweinen (4.B(a)s2)	421
Tabelle 152:	Methan-Umwandlungsfaktoren (MCF) für güllebasierte Systeme bei Milchkühen, übrigen Rinder und Schweinen (4.B(a)s2)	422
Tabelle 153:	Gesamt-CH ₄ -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4s1)	422
Tabelle 154:	CH ₄ -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management für Milchkühe, übrigen Rinder und Schweine (4.s1.)	423
Tabelle 155:	CH ₄ -Emissionsfaktoren (IEF) für das Wirtschaftsdünger-Management (4.B(a)s1)	423
Tabelle 156:	CH ₄ -Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Milchkühen verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (IEF) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter für das Jahr 2009	424
Tabelle 157:	CH ₄ -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 2009	425

Tabelle 158:	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 2009	426
Tabelle 159:	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 2009	426
Tabelle 160:	Vergleich der 2012 und 2011 berichteten relativen Anteile güllebasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)	428
Tabelle 161:	Vergleich der 2012 und 2011 berichteten relativen Anteile strohbasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)	428
Tabelle 162:	Vergleich der 2012 und 2011 berichteten Anteile des Weidegangs in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)	428
Tabelle 163:	Vergleich der 2012 und 2011 berichteten täglichen VS-Ausscheidungen (4.B)	429
Tabelle 164:	Vergleich der 2012 und 2011 berichteten CH ₄ -Emissionsfaktoren (<i>IEF</i>) für das Wirtschaftsdünger-Management (4.B(a)s1)	430
Tabelle 165:	Vergleich der 2012 und 2011 berichteten CH ₄ -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management für Milchkühe, übrige Rinder und Schweine (4.B) .	430
Tabelle 166:	Jahressummen der N-Ausscheidungen für güllebasierte Systeme (4.B(b))	432
Tabelle 167:	Jahressummen der N-Ausscheidungen für strohbasierte Systeme (4.B(b))	433
Tabelle 168:	Jahressummen der N-Ausscheidungen bei Weidegang (4.B(b))	433
Tabelle 169:	Jahressummen des N-Eintrags mit Einstreu durch strohbasierte Systeme (4.B(b)) .	434
Tabelle 170:	N ₂ O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management nach Tieren (4.B)	435
Tabelle 171:	N ₂ O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management insgesamt und nach Systemkategorien (4.s2.B)	435
Tabelle 172:	NO-Emissionen (<i>E</i> _{NO}) aus dem Wirtschaftsdünger-Management	436
Tabelle 173:	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))	436
Tabelle 174:	Milchkühe, mittlere N ₂ O-N-Emissionsfaktoren	437
Tabelle 175:	Übrige Rinder, mittlere N ₂ O-N-Emissionsfaktoren	437
Tabelle 176:	Schweine, mittlere N ₂ O-N-Emissionsfaktoren	437
Tabelle 177:	Alle Nutztiere, mittlere N ₂ O-N-Emissionsfaktoren (4.s2.B)	437
Tabelle 178:	N-Ausscheidung pro Tierplatz für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel verschiedener Länder	439
Tabelle 179:	Vergleich der 2012 und 2011 berichteten N ₂ O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management insgesamt und nach Systemkategorien (4.s2.)	440
Tabelle 180:	Vergleich der 2012 und 2011 berichteten Gesamt-NO-Emissionen (<i>E</i> _{NO}) aus dem Wirtschaftsdünger-Management	440
Tabelle 181:	Emissionsfaktoren <i>EF</i> _{NO} für NO-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden	445
Tabelle 182:	Der direkten N ₂ O-Berechnung zugrunde liegende N-Mengen (4.Ds1.1.1 bis 4.Ds1.1.4)	448
Tabelle 183:	Der direkten N ₂ O-Berechnung zugrunde liegende Fläche der bewirtschafteten organischen Böden in NIR 2012 und NIR 2011 (4.Ds1.1.5)	448
Tabelle 184:	Im Inventar berechnete Summen der NH ₃ - und NO-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft, die der Berechnung der depositionsbedingten indirekten N ₂ O-Emission zugrunde liegen	449

Tabelle 185:	N ₂ O aus Deposition: Der Berechnung zugrunde liegender reaktiver Stickstoff N _{reac} (4.Ds1.3.1)	449
Tabelle 186:	Ausgewaschene N-Menge (incl. Oberflächenabfluss) (4.Ds1.3.2)	449
Tabelle 187:	<i>Frac</i> _{GASF} (4.Ds2)	450
Tabelle 188:	<i>Frac</i> _{GASM, Germany} (4.Ds2)	450
Tabelle 189:	<i>Frac</i> _{GRAZ} (4.Ds2)	450
Tabelle 190:	<i>Frac</i> _{NCRBF} (4.Ds2)	450
Tabelle 191:	<i>Frac</i> _{NCR0} (4.Ds2)	450
Tabelle 192:	<i>Frac</i> _R (<i>Frac</i> _{Remove}) (4.Ds2)	450
Tabelle 193:	N ₂ O- und NO-Emissionen <i>E</i> _{N₂O} und <i>E</i> _{NO} aus landwirtschaftlich genutzten Böden (4s1, 4s2)	451
Tabelle 194:	Vergleich der im deutschen Inventar verwendeten N ₂ O-Emissionsfaktoren mit denen benachbarter Staaten	452
Tabelle 195:	Vergleich der im deutschen Inventar verwendeten <i>Frac</i> -Größen mit denen benachbarter Staaten (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)	453
Tabelle 196:	Vergleich der 2011 und 2012 berichteten N-Mengen zur Berechnung der N ₂ O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden (4.D)	455
Tabelle 197:	Vergleich der 2011 und 2012 berichteten N ₂ O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden (4.D)	456
Tabelle 198:	Anteile validierter Punktdaten	467
Tabelle 199:	Basis zur Ableitung der Landnutzungen	468
Tabelle 200:	Kodierungen in der Basistabelle	468
Tabelle 201:	Wahrscheinlichste Landnutzung und deren Datenquelle	471
Tabelle 202:	Landnutzungsänderungen (LUC) inklusive 20-jähriger Transition Time nach dem Konventions-Reporting	472
Tabelle 203:	Landnutzungsmatrix 2010. Die Diagonale zeigt die Fläche in verbleibender Nutzung, die anderen Felder die jeweiligen Landnutzungsänderungen von 2009 zu 2010 (einschließlich 20-jähriger Übergangszeiten)	473
Tabelle 204:	Zuordnung der deutschen Berichtskategorien zu den IPCC-Landnutzungskategorien	473
Tabelle 205:	Zuordnung von Hauptobjektartenschlüsselnummern und Attributen des ATKIS® zu den IPCC-Landnutzungskategorien	475
Tabelle 206:	Mittlere Kohlenstoffvorräte in Mineralböden Deutschlands in Abhängigkeit von der Landnutzung [Mg C ha ⁻¹] sowie daraus abgeleitete Kohlenstoffvorratsunterschiede nach Landnutzungsänderung	477
Tabelle 207:	Emissionsfaktoren [Mg C ha ⁻¹ a ⁻¹] zur Ermittlung jährlicher Kohlenstoffvorratsunterschiede in Mineralböden Deutschlands nach Landnutzungsänderung	477
Tabelle 208:	Emissionsfaktoren [Mg C ha ⁻¹ a ⁻¹] zur Ermittlung der Kohlenstoffvorratsunterschiede im Jahr der Umwandlung in der ober- und unterirdischen Biomasse nach Landnutzungsänderung für das Jahr 2010	480
Tabelle 209:	Zeitreihe der mittleren Kohlenstoffvorräte in der Phytomasse von Entwaldungsflächen [Mg ha ⁻¹]	481
Tabelle 210:	Waldfläche, verbleibender Wald und Flächenveränderungen von anderen Landnutzungskategorien zu Neuwald von 1990 bis 2010	488
Tabelle 211:	Rohholzaufkommen nach Holzeinschlagsstatistik des Statistischen Bundesamtes ..	489

Tabelle 212:	Kohlenstoffvorräte der Vornutzung als flächengewichtetes Mittel aller Vornutzungskategorien.....	493
Tabelle 213:	Raumdichten rd in $[g/cm^3]$ von IPCC (2003), KOLLMANN (1982) und KNIGGE & SCHULZ (1966).....	496
Tabelle 214:	Modelle für die Ableitung von Volumenexpansionsfaktoren.....	497
Tabelle 215:	Raumdichten für Astholz	497
Tabelle 216:	Wurzel/Spross- Verhältnis (root/shoot-ratio) auf Bestandesebene nach IPCC (2003)	498
Tabelle 217:	Emissionsfaktoren für Streu der Landnutzungskategorien zu Neuwald	502
Tabelle 218:	In den Inventuren BZE I und BZE II / BioSoil ermittelte Kohlenstoffvorräte in der Streu deutscher Wälder mit Angabe des Standardfehlers	503
Tabelle 219:	Emissionsfaktoren für mineralische Böden bei Landnutzungsänderung zu Neuwald.....	504
Tabelle 220:	Zusammengefasste Legendeneinheiten auf Grundlage der BÜK 1000	505
Tabelle 221:	Kohlenstoffvorräte zum Zeitpunkt der BZE I und BZE II sowie die jährlichen Kohlenstoffveränderungsraten in den neugebildeten Leitbodeneinheiten mit der dazugehörigen Waldfläche	507
Tabelle 222:	Durch Waldbrände emittierte Treibhausgase im Zeitraum 1990-2010	511
Tabelle 223:	Stichprobenfehler (SE) der Flächenschätzung für die LULUCF-Klassen zwischen 1990 und 2002.....	513
Tabelle 224:	Relativer Standardfehler der der Volumenexpansionsmodelle	514
Tabelle 225:	Bei der Volumenexpansion entstehende Unsicherheiten	515
Tabelle 226:	Relativer Standardfehler der Raumdichtenschätzungen	516
Tabelle 227:	Bei der Anwendung von Raumdichten entstehende Unsicherheiten	516
Tabelle 228:	Bei der Anwendung von Wurzel/Sproß-Verhältnissen entstehende Unsicherheiten ..	517
Tabelle 229:	Stichprobenfehler für die oberirdische Biomasse.....	520
Tabelle 230:	Stichprobenfehler für die unterirdische Biomasse.....	521
Tabelle 231:	Kohlenstoffvorratsveränderung der lebenden Biomasse verschiedener Länder (Deutschland für 2010, übrige Länder für 2009)	525
Tabelle 232:	Kohlenstoffvorratsveränderung der toten organischen Masse verschiedener Länder (Deutschland für 2010, übrige Länder für 2009)	525
Tabelle 233:	Kohlenstoffvorratsveränderung der mineralischen Böden verschiedener Länder (Deutschland für 2010, übrige Länder für 2009)	525
Tabelle 234:	Vergleich der aus den Submissions 2012 und 2011 berichteten Emissionen $[Gg CO_2]$ aus der verbleibenden Waldfläche (5.A.1)	527
Tabelle 235:	Rekalkulation der der aus den Submissionen 2012 und 2011 berichteten Emissionen $[Gg CO_2\text{-Äquivalente}]$ aus der Landnutzungsänderung zu Wald (5.A.2).....	528
Tabelle 236:	Flächengewichteter Mischwert des Kohlenstoffvorrates $[Mg ha^{-1}]$ für perennierende Ackerkulturen ($\pm$ Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)	532
Tabelle 237:	Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat $[Mg C ha^{-1}]$ von Ackerland mit annueller Vegetation ($\pm$ Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)	534
Tabelle 238:	Flächengewichteter Mischwert des Kohlenstoffvorrates $[Mg C ha^{-1}]$ in der Biomasse von Ackerland in Deutschland ($\pm$ Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)....	535
Tabelle 239:	Über alle Landnutzungskategorien gemittelte jährliche Emissionsfaktoren bei Umwandlung zu Ackerland $[MgC ha^{-1} a^{-1}]$	535

Tabelle 240:	Unsicherheiten von Emissionsfaktoren [in % vom Lagemaß] zur Berechnung der THG-Emissionen aus dem Ackerland Deutschlands 2010, unterschieden nach Pool und Subkategorie; positiv: C-Senke bzw. N ₂ O-Emission; negativ: C-Quelle.....	538
Tabelle 241:	Vergleich impliziter Emissionsfaktoren (IEF) unterschiedlicher Pools im Ackerlandsektor innerhalb Europas	539
Tabelle 242:	Vergleich der 2012 und 2011 berichteten Emissionen [Gg CO ₂] aus verbleibendem Acker (5.B.1)	540
Tabelle 243:	Vergleich der 2012 und 2011 berichteten Emissionen [Gg CO ₂] aus Landnutzungsänderungen zu Acker (5.B.2)	541
Tabelle 244:	Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha ⁻¹] von Grünland im engen Sinne (± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)	545
Tabelle 245:	Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg ha ⁻¹] in der Biomasse von Gehölzen (Range).....	546
Tabelle 246:	Über alle Landnutzungskategorien gemittelte jährliche Emissionsfaktoren bei Umwandlung zu Grünland, getrennt nach Grünland i. e. S. und Gehölzen [t C ha ⁻¹ a ⁻¹]	546
Tabelle 247:	mittlerer Emissionsfaktor für die Subkategorie Grünland i. e. S. [Mg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	547
Tabelle 248:	Emissionsfaktoren [Mg C ha ⁻¹ a ⁻¹] mit Unsicherheiten [% vom Lagemaß] zur Berechnung der THG-Emissionen aus Grünland i. e. S.	548
Tabelle 249:	Emissionsfaktoren [Mg C ha ⁻¹ a ⁻¹] mit Unsicherheiten [% vom Lagemaß] zur Berechnung der THG-Emissionen aus Gehölzflächen	549
Tabelle 250:	Vergleich impliziter Emissionsfaktoren (IEF) unterschiedlicher Pools im Grünland zwischen Deutschland und europäischen Nachbarstaaten	550
Tabelle 251:	Vergleich der 2012 und 2011 berichteten Emissionen [Gg CO ₂] aus verbleibendem Grünland (5.C.1)	551
Tabelle 252:	Vergleich der 2012 und 2011 berichteten Emissionen [Gg CO ₂] aus Landnutzungsänderungen zu Grünland (5.C.2)	552
Tabelle 253:	Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg ha ⁻¹] für Biomasse in terrestrischen Feuchtgebieten Deutschlands (Spannweite)	555
Tabelle 254:	Implizite Emissionsfaktoren für den Torfabbau [Mg C ha ⁻¹ a ⁻¹] in Deutschland.....	556
Tabelle 255:	Emissionsfaktoren mit Unsicherheiten [in % vom Lagemaß] zur Berechnung der THG-Emissionen aus Feuchtgebieten 2010, unterschieden nach Pool und Subkategorie	558
Tabelle 256:	Vergleich impliziter Emissionsfaktoren (IEF) unterschiedlicher Pools im Feuchtgebietssektor zwischen Deutschland und europäischen Nachbarstaaten.....	559
Tabelle 257:	Vergleich der 2012 und 2011 berichteten Emissionen [Gg CO ₂] aus verbleibenden Feuchtgebieten (5.D.1)	560
Tabelle 258:	Vergleich der 2012 und 2011 berichteten Emissionen [Gg CO ₂] aus Landnutzungsänderungen zu Feuchtgebieten (5.D.2)	561
Tabelle 259:	Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg ha ⁻¹] von Biomasse auf Siedlungsflächen (Range)	565
Tabelle 260:	Unsicherheiten von Emissionsfaktoren [in % vom Lagemaß] zur Berechnung der Treibhausgasemissionen aus Siedlungs- und Verkehrsflächen Deutschlands 2010, unterschieden nach Pool und Subkategorie	566
Tabelle 261:	Vergleich impliziter Emissionsfaktoren (IEF) unterschiedlicher Pools in Siedlungen zwischen Deutschland und europäischen Nachbarstaaten	567

Tabelle 262:	Vergleich der 2012 und 2011 berichteten Emissionen [Gg CO ₂] aus verbleibender Siedlungsfläche (5.E.1)	568
Tabelle 263:	Vergleich der 2012 und 2011 berichteten Emissionen [Gg CO ₂ -Äquivalente] aus Landnutzungsänderung zu Siedlungsfläche (5.E.2)	568
Tabelle 264:	Mengen an biologisch abbaubaren Abfällen, die zwischen 2002 und 2010 deponiert wurden, aufgeteilt nach Abfallfraktionen	578
Tabelle 265:	Pro-Kopf-Mengen an deponierten Hausmüll	578
Tabelle 266:	Verwendete DOC-Werte.....	579
Tabelle 267:	Halbwertszeiten und konstante Methanerzeugungsrate der Abfallfraktionen	580
Tabelle 268:	Methanfassung auf Deponien	581
Tabelle 269:	Veränderungen durch die Rückrechnungen in CRF 6.A.1	582
Tabelle 270:	Direkt eingeleitetes Abwasser mit Behandlung, nach [Statistisches Bundesamt 2010c, Tabelle 8.8]	584
Tabelle 271:	Methanemissionen der offenen Schlammfaulung in den neuen Bundesländern.....	588
Tabelle 272:	In der Kompostierung eingesetzte Abfallmengen.....	592
Tabelle 273:	Quellgruppen in denen Rückrechnungen des Inventars gegenüber der vorjährigen Berichterstattung notwendig waren	600
Tabelle 274:	durch Rückrechnungen des Inventars bedingte prozentuale Änderung gegenüber der vorjährigen Berichterstattung	600
Tabelle 275:	durch Rückrechnungen bedingte prozentuale Veränderungen der nationalen Gesamtemissionen gegenüber der vorjährigen Berichterstattung.....	602
Tabelle 276:	durch Rückrechnungen bedingte prozentuale Veränderungen der nachrichtlichen Inventardaten gegenüber der vorjährigen Berichterstattung.....	603
Tabelle 277:	Rückrechnung der CRF-spezifischen Gesamtemission über alle Treibhausgase 1990.....	604
Tabelle 278:	Rückrechnung der CRF-spezifischen Gesamtemission über alle Treibhausgase 2009.....	606
Tabelle 279:	Rückrechnung der KP-LULUCF-Gesamtemission über alle Treibhausgase 1990	607
Tabelle 280:	Rückrechnung der KP-LULUCF-Gesamtemission über alle Treibhausgase 2008	607
Tabelle 281:	Zusammenstellung der im IP dokumentierten erledigten Review-Empfehlungen	608
Tabelle 282:	Zusammenfassung und Status der in den NIR-Quellgruppenkapiteln genannten geplanten Verbesserungen	616
Tabelle 283:	Walddefinition in Deutschland	635
Tabelle 284:	Aufforstung in KP- und UNFCCC-Kategorien	637
Tabelle 285:	Entwaldung in KP- und UNFCCC-Kategorien.....	637
Tabelle 286:	Waldbewirtschaftung in KP- und UNFCCC-Kategorien	638
Tabelle 287:	Flächen der Kategorien Aufforstung, Entwaldung und Waldbewirtschaftung von 1990 bis 2010	639
Tabelle 288:	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	641
Tabelle 289:	Emissionsfaktoren für mineralische Böden der Entwaldungskategorien (negativ = Verlust, positiv = Speicherung).....	643
Tabelle 290:	Emissionsfaktoren für organische Böden der Entwaldungskategorien (negativ = Verlust, positiv = Speicherung).....	643
Tabelle 291:	Vergleich der 2012 und 2011 berichteten Landflächenmatrix für die Kyoto-Berichterstattung [kha]	645

Tabelle 292:	Vergleich der 2012 und 2011 berichteten Emissionen [Gg CO ₂] aus Aufforstungen A/R (KP 3.3)	646
Tabelle 293:	Vergleich der 2012 und 2011 berichteten Emissionen [Gg CO ₂ -Äquivalente] aus Entwaldung D (KP 3.3)	647
Tabelle 294:	Kohlenstoffvorratsänderungen in lebender Biomasse (Deutschland für 2010, übrige Länder für 2009)	649
Tabelle 295:	Kohlenstoffvorratsänderungen in Streu (Deutschland für 2010, übrige Länder für 2009)	649
Tabelle 296:	Kohlenstoffvorratsänderungen in Totholz (Deutschland für 2010, übrige Länder für 2009)	649
Tabelle 297:	Kohlenstoffvorratsänderungen in mineralischen Böden (Deutschland für 2010, übrige Länder für 2009)	650
Tabelle 298:	Kohlenstoffvorratsänderungen in organischen Böden (Deutschland für 2010, übrige Länder für 2009)	650
Tabelle 299:	Flächengrößen der Aktivitäten, die nach 2008 begonnen haben.....	650
Tabelle 300:	Zusammenstellung der Verpflichtung zur Waldbewirtschaftung, zur Aufstellung von Plänen und zur forstlichen Rahmenplanung aus den Waldgesetzen der Bundesländer	655
Tabelle 301:	Gegenüberstellung der Waldfunktionen nach dem Bundeswaldgesetz und nach IPCC	657
Tabelle 302:	Querschnittsmaßnahmen	666
Tabelle 303:	Energiepolitische Maßnahmen.....	667
Tabelle 304:	Landwirtschaft	667
Tabelle 305:	Wald- und Forstwirtschaft.....	667
Tabelle 306:	Abfallverwertung/-behandlung.....	668
Tabelle 307:	KP CRF Table NIR.3: Summary Overview for Key Categories for Land Use, Land-Use Change and Forestry Activities under the Kyoto Protocol	672
Tabelle 308:	Datenquellen für die Energiebilanzen	674
Tabelle 309:	Zur Erstellung der Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland verwendeten Erhebungen des StBA	689
Tabelle 310:	Für die Emissionsberichterstattung abgeleitete Emissionsfaktoren für CO ₂ ab 1990, Energie	696
Tabelle 311:	Für die Emissionsberichterstattung abgeleitete Emissionsfaktoren für CO ₂ ab 1990, Industrieprozesse (Stand NIR 2011)	704
Tabelle 312:	Verification of Completeness of Reported CO ₂ from Non-Energy Use of Fossil Fuels	708
Tabelle 313:	Anlagentypen nach Anhang der 4.BImSchV	713
Tabelle 314:	Klassifikation der Quellen nach Feuerungstyp	714
Tabelle 315:	Methan-Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen < 50 MW FWL und für Gasturbinen nach RENTZ et al, 2002	714
Tabelle 316:	CO ₂ -Emissionen aus der Rauchgasentschwefelung in Öffentlichen Kraftwerken	715
Tabelle 317:	Emissionsfaktoren für Flugbenzin	718
Tabelle 318:	Übersicht der verwendeten Emissionsfaktoren der Quellgruppe Flugverkehr (1.A.3.a).....	719
Tabelle 319:	Übersicht der zu berücksichtigen Teilunsicherheiten der Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren	720
Tabelle 320:	Energieeinsatz im Straßenverkehr 1990-2009.....	721

Tabelle 321:	Heizwerte für Otto- und Dieseldieselkraftstoff	722
Tabelle 322:	Korrekturfaktoren zur Anpassung an die Energiebilanz	723
Tabelle 323:	Emissionsfaktoren für PKW mit Flüssig- und Erdgasgasantrieb 1990-2010	725
Tabelle 324:	Häufigkeitsverteilungen von Tierhaltungsverfahren(in %) und NH ₃ - Emissionsfaktoren	731
Tabelle 325:	Häufigkeitsverteilungen von Lagerverfahren (in %) und Emissionsfaktoren.....	734
Tabelle 326:	Häufigkeitsverteilungen von Ausbringungsverfahren (in %) und Emissionsfaktoren .	736
Tabelle 327:	Legehennen, haltungsspezifische partielle NH ₃ -Emissionsfaktoren.....	738
Tabelle 328:	Fläche [ha], mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha ⁻¹] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) für Ackerflächen Deutschlands mit annuellen Kulturen.....	744
Tabelle 329:	Fläche [ha], mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha ⁻¹] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) für Ackerflächen Deutschlands mit perennierenden Kulturen	744
Tabelle 330:	Mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha ⁻¹] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) für Ackerflächen Deutschlands ..	745
Tabelle 331:	Mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha ⁻¹] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) für Grünlandflächen Deutschlands.....	745
Tabelle 332:	Mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha ⁻¹] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) in Mineralböden unter terrestrischen Feuchtgebieten, Siedlungen und Sonstigen Flächen.....	746
Tabelle 333:	Ergebnisse der letzten Obstbaumvollerhebung 2007 durch das Statistische Bundesamt (STATISTISCHES BUNDESAMT 2007)	749
Tabelle 334:	Flächenbezogene Kohlenstoffvorräte [Mg ha ⁻¹] (Range, bzw. ± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls) in der Biomasse von Obstgehölzen Deutschlands	750
Tabelle 335:	Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg ha ⁻¹] (± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls) der Weihnachtsbaumbiomasse Deutschlands	750
Tabelle 336:	Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg ha ⁻¹] (± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls) der Weinstockbiomasse Deutschlands.....	751
Tabelle 337:	Ermittlung des flächengewichteten Kohlenstoffvorrates absolut [Mg] und flächenbezogen [Mg ha ⁻¹] für Ackerlandgehölze in Deutschland (KV 2 ± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)	751
Tabelle 338:	Flächengewichteter Mischwert des Kohlenstoffvorrates [Mg ha ⁻¹] für Ackerlandgehölzflächen in Deutschland (± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)	752
Tabelle 339:	Uncertainty Calculation for the German GHG Emissions from Sector 5.A - 5.F (LULUCF)	753
Tabelle 340:	Vollständigkeit - Übersicht der Quellen und Senken, deren Emissionen nicht geschätzt (not estimated, NE) werden	768
Tabelle 341:	Vollständigkeit – Übersicht der Quellen und Senken, die an anderer Stelle berichtet werden (included elsewhere, IE)	769
Tabelle 342:	Dokumentationsinstrumente im Umweltbundesamt.....	787
Tabelle 343:	Allgemeine Checkliste für Fachverantwortliche	787
Tabelle 344:	Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe.....	806
Tabelle 345:	Anteile an der Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe	808

Tabelle 346:	Emissionen von direkten und indirekten Treibhausgasen und SO ₂ in Deutschland seit 1990	809
Tabelle 347:	Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO ₂ in Deutschland seit 1990	810
Tabelle 348:	Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO ₂ in Deutschland, seit dem jeweils letzten Jahr	811
Tabelle 349:	Veränderungen der Emissionen in Deutschland nach Quellgruppen, seit 1990 / seit dem jeweils letzten Jahr	812
Tabelle 350:	Tabelle 6.1 der IPCC Good Practice Guidance - Details	814

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
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)
vTI	Johann Heinrich von Thünen-Institut
vTI-AK	Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für agrarrelevante Klimaforschung
vTI-WOI	Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Waldökologie und Waldinventuren
W	Brennstoffeinsatz zur Wärmeerzeugung
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
an	Tierzahl (engl. animal)
cal	Kalorie
g	Gramm
h	Stunde
ha	Hektar
J	Joule
m ³	Kubikmeter
pl	(Tier-)platz
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		2010		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 (vTI) 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 2010 konnte die Verpflichtung Deutschlands im Rahmen der o.g. europäischen Lastenteilung mit einer Minderung von 24,0 % gegenüber den 2007⁵ festgelegten Basisjahremissionen in Höhe von 1.232.429,543 Gg CO₂-äquivalent erfüllt werden. Aufgrund der Erholung der wirtschaftlichen Lage sind die Emissionen im Jahre 2010 insgesamt gegenüber dem Vorjahr um 2,7 % gestiegen, nachdem sie bedingt durch die globale wirtschaftliche Krise zwischen 2008 und 2009 um 6,6 % gesunken waren. (vgl. Kapitel 2.1).

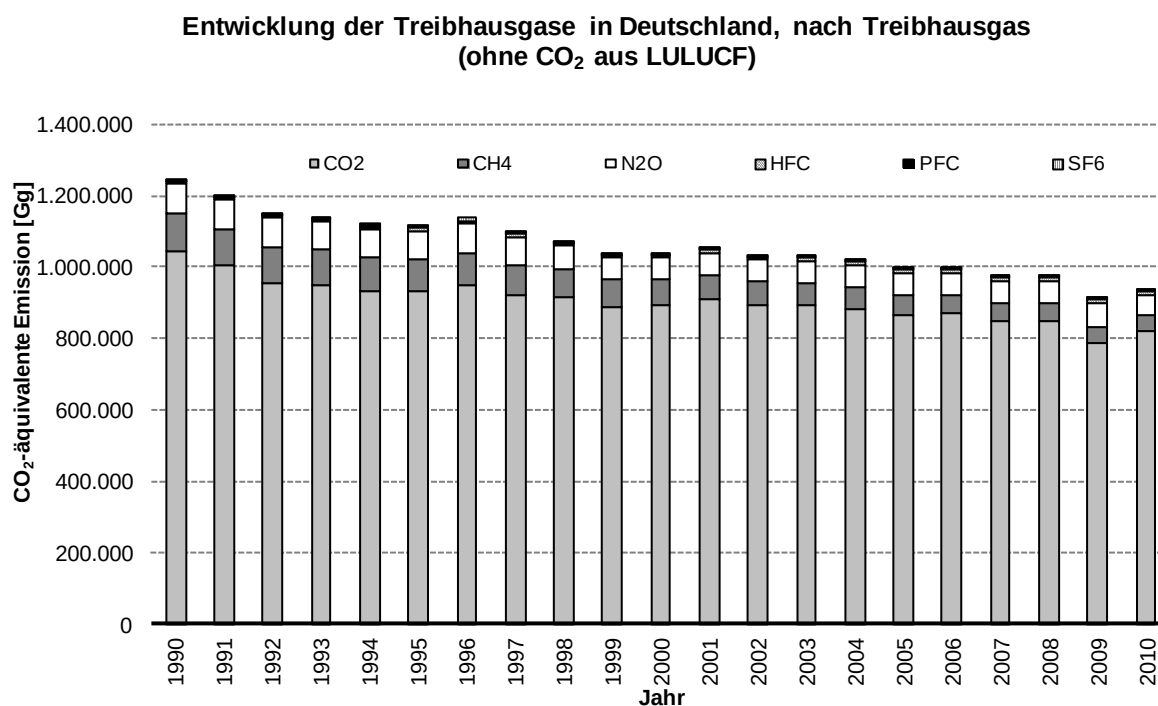


Abbildung 1: Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland seit 1990, nach Treibhausgasen⁶.

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 %.

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

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.

Im Jahr 2010 war die Freisetzung von Kohlendioxid mit einem Anteil von 87,4 % 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 über 4 Prozentpunkte gestiegen. Die überwiegend durch Tierhaltung, Brennstoffverteilung und Deponiewirtschaft verursachten Methanemissionen (CH₄) hatten 2010 einen Anteil von 5,1 %. Lachgasemissionen (N₂O) wurden hauptsächlich durch die Landwirtschaft, Industrieprozesse und die Verbrennung fossiler Brennstoffe verursacht und trugen zu 5,9 % zu den Treibhausgasfreisetzungen bei. Die fluorierten Kohlenwasserstoffe (die sogenannten F-Gase) trugen etwa 1,6 % zu den Gesamtemissionen bei. Die Verteilung der Treibhausgasemissionen in Deutschland ist typisch für ein hoch entwickeltes und industrialisiertes Land.

Tabelle 1: Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe

THG Emissionen/Senken, CO ₂ -äquivalent (Gg)	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Netto-CO ₂ - Emissionen/ - Einbindungen	1.014.192	903.574	864.834	881.490	886.282	864.814	862.545	801.257	835.991
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	1.042.161	931.040	891.624	865.959	871.041	849.040	846.526	784.297	818.962
CH ₄	107.109	91.223	73.444	55.587	52.572	50.485	50.646	48.553	47.699
N ₂ O	85.276	79.971	62.105	61.563	60.789	62.521	63.769	63.667	54.982
HFC	4.592	6.912	7.040	10.252	10.794	11.369	11.657	12.128	11.597
PFC	2.627	1.773	781	709	571	510	521	359	309
SF ₆	4.642	6.779	4.269	3.475	3.396	3.332	3.114	3.059	3.250
Gesamt-Emissionen / -Einbindungen inkl. LULUCF	1.218.439	1.090.232	1.012.473	1.013.075	1.014.405	993.031	992.252	929.024	953.827
Gesamt-Emissionen ohne CO₂ aus LULUCF	1.246.407	1.117.698	1.039.264	997.544	999.164	977.257	976.233	912.064	936.798

THG Emissionen/Senken, nach Quell- und Senkengruppen, CO ₂ -äquivalent (Gg)	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1. Energie	1.020.759	903.824	857.935	827.035	830.553	808.417	807.421	753.379	782.313
2. Industrieprozesse	94.580	97.094	77.213	80.735	81.998	84.683	82.077	75.114	72.631
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	4.477	3.553	2.909	2.052	2.074	1.949	1.812	1.626	1.882
4. Landwirtschaft	83.211	73.143	73.861	69.853	68.506	67.612	70.467	68.659	67.479
5. Landnutzung, - sänderung & Forstwirtschaft	-27.699	-27.203	-26.526	15.798	15.510	16.039	16.285	17.221	17.283
CO ₂	-27.968	-27.466	-26.791	15.531	15.242	15.774	16.019	16.959	17.028
N ₂ O & CH ₄	269	263	265	267	268	265	266	262	255
6. Abfall	43.111	39.820	27.081	17.602	15.764	14.331	14.190	13.024	12.239

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
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	83,6	83,3	85,8	86,8	87,2	86,9	86,7	86,0	87,4
CH ₄	8,6	8,2	7,1	5,6	5,3	5,2	5,2	5,3	5,1
N ₂ O	6,8	7,2	6,0	6,2	6,1	6,4	6,5	7,0	5,9
HFC	0,4	0,6	0,7	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2
PFC	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
SF ₆	0,4	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Summe	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
1. Energie	81,9	80,9	82,6	82,9	83,1	82,7	82,7	82,6	83,5
2. Industrieprozesse	7,6	8,7	7,4	8,1	8,2	8,7	8,4	8,2	7,8
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
4. Landwirtschaft	6,7	6,5	7,1	7,0	6,9	6,9	7,2	7,5	7,2
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
6. Abfall	3,5	3,6	2,6	1,8	1,6	1,5	1,5	1,4	1,3
Summe	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 2009 um 0,6 % abgenommen. Auch die N₂O-Emissionen sind um 8,5 % gesunken.

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 30,8 % 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 24,0 %). Betrachtungen der einzelnen Komponenten belegen diesen Trend in unterschiedlicher Ausprägung. Gegenüber den Basisjahremissionen betragen die Emissionsveränderungen bei den mengenmäßigen Haupttreibhausgasen Kohlendioxid (CO₂) - 21,4 %, bei Methan (CH₄) - 55,5 % und bei Lachgas (N₂O) - 35,5 %. Bei den so genannten F-Gasen, die insgesamt etwa 1,6 % 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 52,1 % und bei FKW um 82,6 %, wohingegen sie bei den H-FKW um 67,8 % anstiegen.

Gegenüber dem Vorjahr 2009 stiegen die Gesamtemissionen wieder um 2,7 %, nachdem sie zwischen 2008 und 2009 um 6,6 % eingebrochen waren. In 2009 und 2010 überlagerten die Auswirkungen der globalen Wirtschaftskrise alle anderen Effekte.

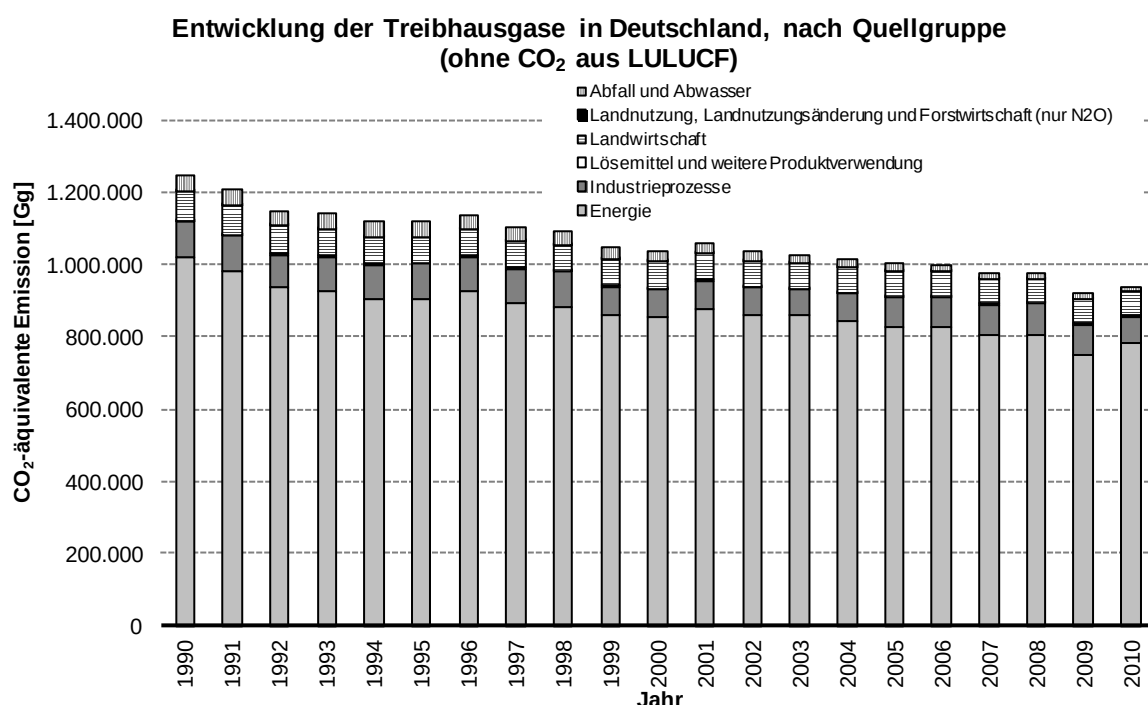


Abbildung 2: Emissionsentwicklung in Deutschland seit 1990, nach Quellgruppen⁸.

In Abbildung 3 wird die relative Entwicklung der Emissionen aus den Verursachergруппen 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

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.

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.

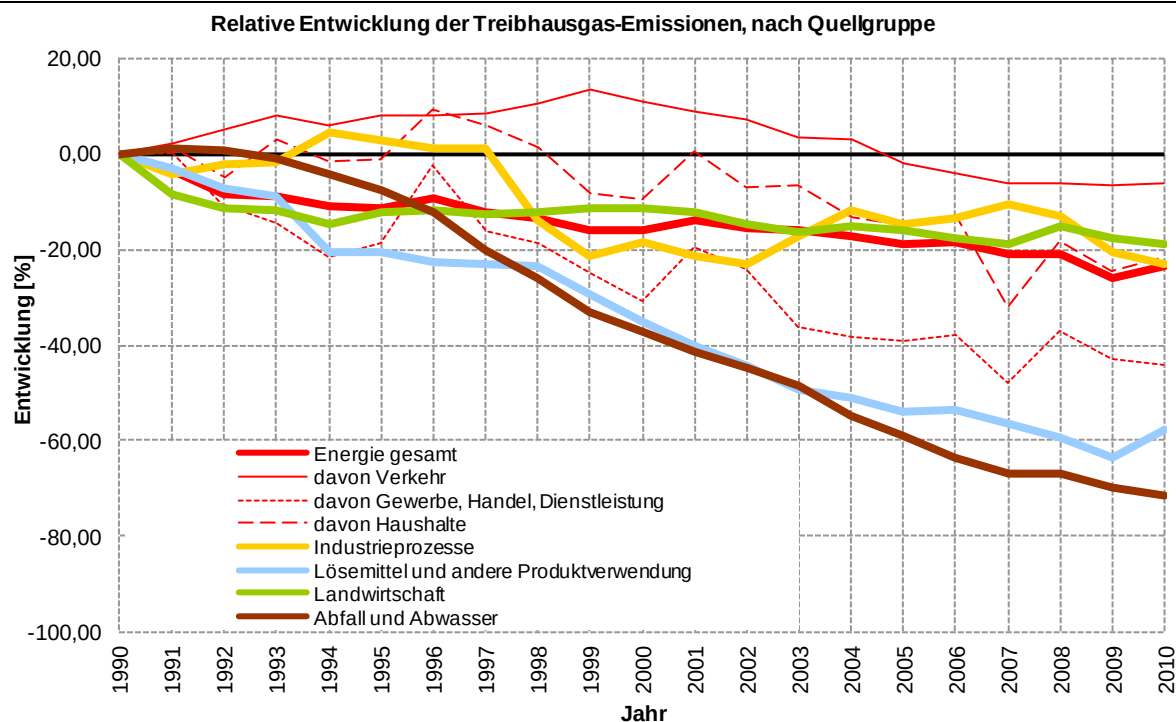


Abbildung 3: Relative Entwicklung der Treibhausgasemissionen seit 1990 nach Quellgruppen^{9,10}

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 -5.824,26 Gg CO₂-äquivalent berichtet. Die Einbindung setzt sich zusammen aus der Einbindung durch Aufforstung und Wiederaufforstung von -5.944,55 Gg CO₂-äquivalent und aus Emissionen von Entwaldung von 120,29 Gg CO₂-äquivalent. Unter Entwaldung werden Emissionen von CO₂ mit 118,51 Gg CO₂ und von N₂O mit 1,78 Gg CO₂-äquivalent berichtet.

Unter Artikel 3.4 werden Einbindungen von -19.410,3 Gg CO₂-äquivalent berichtet. Die Einbindung setzt sich zusammen aus der Einbindung von -20.092,11 Gg CO₂-äquivalent und durch die Emission von 681,8 Gg CO₂-äquivalent. Unter Artikel 3.4 werden Einbindungen

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 CO₂ mit -19.479,24 Gg CO₂ und Emissionen von N₂O mit 65,74 Gg CO₂-äquivalent und CH₄ mit 3,2 Gg CO₂-äquivalent berichtet.

Für Aufforstungsflächen konnte eine Zunahme für die Einbindung von -47,34 Gg CO₂-äquivalent zwischen 2009 und 2010 ermittelt werden. Bei der Entwaldung ist ein leichter Anstieg der Emissionen um 14,43 Gg CO₂-äquivalent zu beobachten. Dagegen nimmt die Einbindung bei der Waldbewirtschaftung zwischen 2009 und 2010 leicht zu. Die Zunahme beträgt -2,47 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 und Ozon 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 (CO₂) um ca. 35 %, die von Methan (CH₄) hat sich mehr als verdoppelt und die von Distickstoffoxid (N₂O) stieg um etwa 18 %. Zum Teil gelangten 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. 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°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°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°C bereits erreicht) nicht überschritten werden. Dazu muss in den nächsten 10 Jahren 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 und 2,4 °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 CO₂, N₂O, CH₄; 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) 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. Mit entsprechendem Interesse werden die deutschen Maßnahmen, aber auch die Berechnungen zu Emissionsminderungen verfolgt.

Die Wirksamkeit und der Erfolg des Kyoto-Protokolls hinsichtlich der Senkung von weltweiten Treibhausgasemissionen wird von zwei kritischen Faktoren abhängen: 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 nun mit der Berichterstattung 2012 umgesetzt.

Mit der Vorlage des zehnten Nationalen Inventarberichtes (NIR 2012) legt Deutschland ebenso seinen fünften 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 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.

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

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 *IPCC-Guidelines* und den *IPCC Good Practice Guidance*, durch ein ständiges Qualitätsmanagement und eine kontinuierliche Inventarverbesserung erreicht.

Das Nationale System ist in Deutschland durch eine Vereinbarung der Staatssekretäre der an der Emissionsberichterstattung beteiligten Ministerien als Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung vom 05.06.2007 etabliert.

In den letzten Jahren konnte die Institutionalisierung des Nationalen Systems entscheidend vorangebracht werden. Dies geschah zunächst 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 etabliert; auf Ebene des Umweltbundesamtes, auf ministerieller Ebene 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 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 „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung vom 05.06.2007 wurden die Zuständigkeiten der Bundesministerien definiert und beschlossen, das Nationale System auf bestehenden Datenströmen aufzubauen. Bei Fehlstellen in den Datenströmen sollen diese von 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“ 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 die Etablierung des Nationalen Systems 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 wurde innerhalb des Umweltbundesamtes durch eine Hausanordnung im Jahre 2005 ein Qualitätssystem Emissionen etabliert (siehe Kapitel 1.2.1.5).

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.

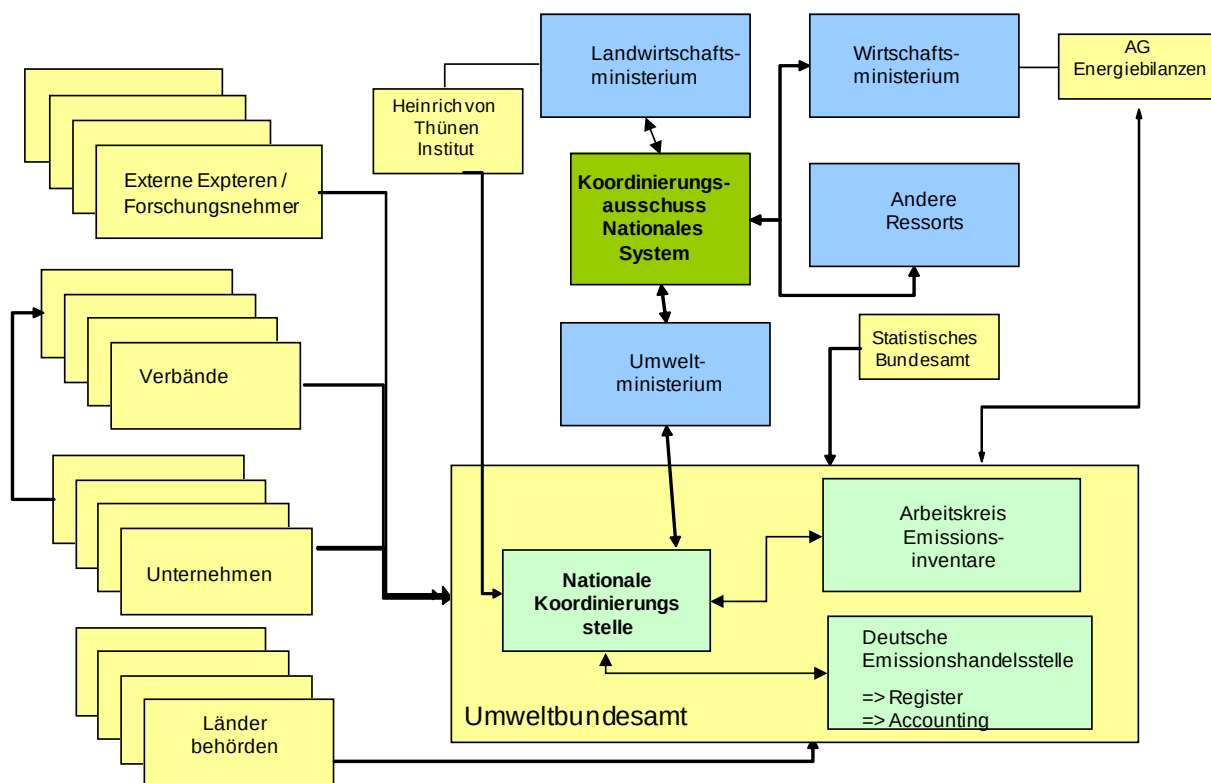


Abbildung 4: Struktur des Nationalen Systems Emissionen (NaSE)

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 werden 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 Qualitäts-System 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)

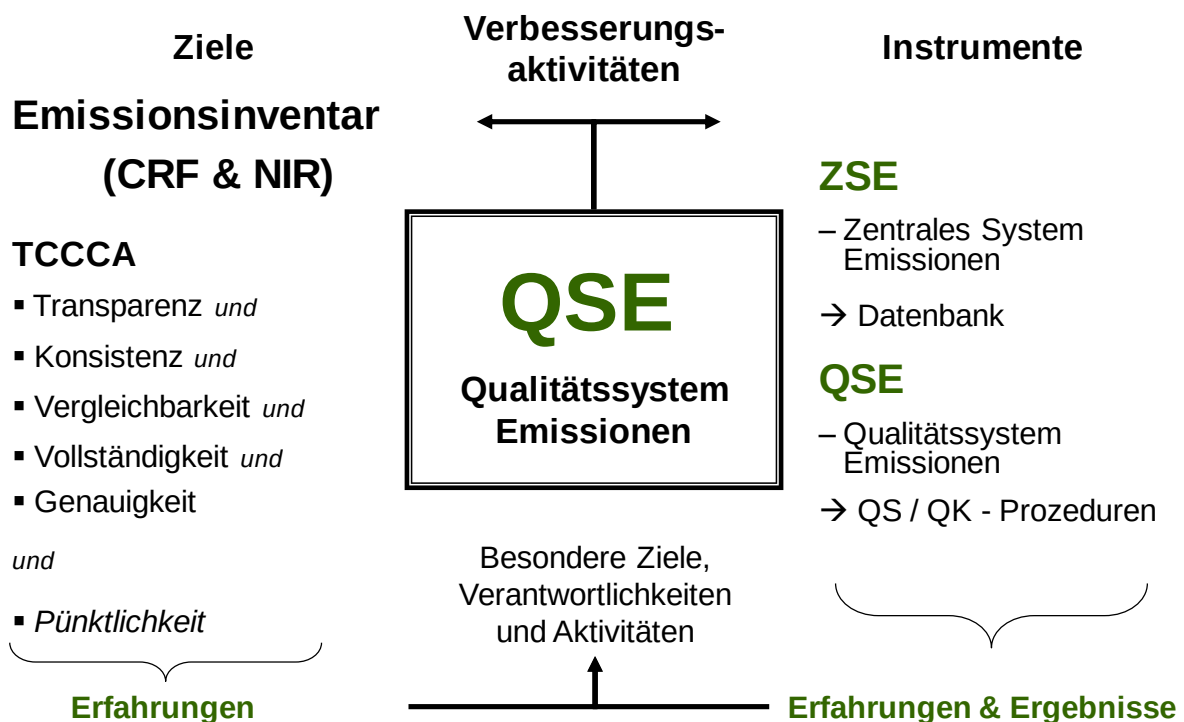


Abbildung 5: NaSE - Ziele und Instrumente

1.2.1.3 Arbeitskreis Emissionsinventare im Umweltbundsamt

Wesentliche Zuarbeiten zu den Inventaren – insbesondere zu den Emissionsfaktoren – erhält die Nationale Koordinierungsstelle aus anderen Arbeitseinheiten des UBA. Die 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 zur mit anderen Bundesinstitutionen und Nichtregierungsorganisationen im Rahmen des Nationalen Systems

Durch das Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung vom 05.06.2007, das im Kapitel 22.1.1 zu finden ist, 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 solcher Daten 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. Im Vorgriff auf die Vereinbarung zwischen UBA und dem *Statistischen Bundesamt* erfolgte aber schon 2009 eine Datenbereitstellung auf Basis der Vereinbarung. Die Vereinbarung sieht eine jährliche Überprüfung des Datenbedarfs des Umweltbundesamtes vor. Im Juni 2010 wurde die Liste der bereitgestellten Daten erstmalig überarbeitet. Für das Jahr 2011 ergaben sich keine Änderungen des Datenbedarfs.

Durch das Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung vom 05.06.2007 wurde darüber hinaus die Zuständigkeit für den Bereich Landwirtschaft und den Bereich LULUCF dem BMELV übertragen. Hierunter fällt die Berichterstattung zu Landwirtschaft und LULUCF für die Klimarahmenkonvention und das Kyoto-Protokoll (inkl. der Berichterstattung nach Art. 3.3 KP). Ebenso ist das BMELV für die Berichterstattung der gemäß Staatssekretärsbeschluss vom 22.12.2006 gewählten Anrechnung der Aktivität „Waldbewirtschaftung“ nach Art. 3 Abs. 4 des KP verantwortlich. Diese Zuständigkeiten umfassen die erforderliche Datenerhebung, Emissionsberechnung und Bereitstellung für die Berichterstattung in Form der CRF-Tabellen, sowie für die entsprechenden Kapitel im Nationalen Inventarbericht.

Im Geschäftsbereich des BMELV wurde die Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) mit Erlass vom 29.08. 2007 mit der Durchführung dieser Aufgabe beauftragt. Diese Aufgabe ging nach der Neustrukturierung der Ressortforschung des BMELV mit Wirkung zum 01.01.2008 auf das **Johann Heinrich Von Thünen-Institut (vTI)** über.

Das vTI 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 vTI 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 vTI grundlegend überarbeitet.

Als Schnittstelle zur Nationalen Koordinierungsstelle im UBA wurde eine Arbeitsgruppe Emissionsberichterstattung am vTI 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 erarbeitet, der die vom ERT im Review 2010 identifizierten Probleme in der Berichterstattung adressiert und aufzeigt, wie sie behoben werden sollen. Der Aktionsplan ist im Wortlaut in Kapitel 19.5.2.7 im NIR 2011 ausgeführt.

Die Koordination der Arbeitsgruppe Emissionsberichterstattung obliegt im vTI 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 vTI – Fachinstitut für Waldökologie und -inventuren untergestellt ist.

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

Mindestens zweimal jährlich finden zusätzliche Koordinationstreffen zwischen der Arbeitsgruppe am vTI 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 2006 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.

Die Nationale Koordinierungsstelle arbeitete seit Ende 2006 an einer Vereinbarung zur Datenbereitstellung von Flugverkehrsdaten mit der **Europäischen Luftfahrtsicherheitsorganisation EUROCONTROL**. Diese Vereinbarung sollte in Form eines völkerrechtlichen Vertrages zwischen der Bundesrepublik Deutschland und EUROCONTROL geschlossen

werden. Ein entsprechender Vertragsentwurf wurde EUROCONTROL bereits 2008 übermittelt, jedoch durch EUROCONTROL nicht bestätigt. Da vergleichbare Probleme in mehreren europäischen Staaten bestanden hat Europäische Kommission für alle Mitgliedsstaaten eine Vereinbarung mit EUROCONTROL geschlossen. Auf dieser Basis wurden im Oktober 2011 erstmals Daten von EUROCONTROL zur Verfügung gestellt, konnten aber für die Berichterstattung 2012 noch nicht genutzt werden. Details zur Nutzung der Flugverkehrsdaten von EUROCONTROL finden sich im Kapitel 3.2.10.1.

1.2.1.5 Hausanordnung 11/2005 des UBA

Im Jahr 2005 hat das Umweltbundesamt über die *Hausanordnung 11/2005* ein *Qualitätssystem Emissionsinventare* im Umweltbundesamt installiert (siehe Kapitel 1.3.3.1), 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* geforderten prozedurale Festlegung und die nach Paragraph 12 (c) erforderliche Festlegung spezifischer Verantwortlichkeiten auf der Amtsebene.

1.2.1.6 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	Zulieferungen fertiger Textbausteine für den Nationalen Inventarbericht aus dem UBA und externer Einrichtungen des NaSE
ab 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*. In den Jahren 2010 und 2011 wurden 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.

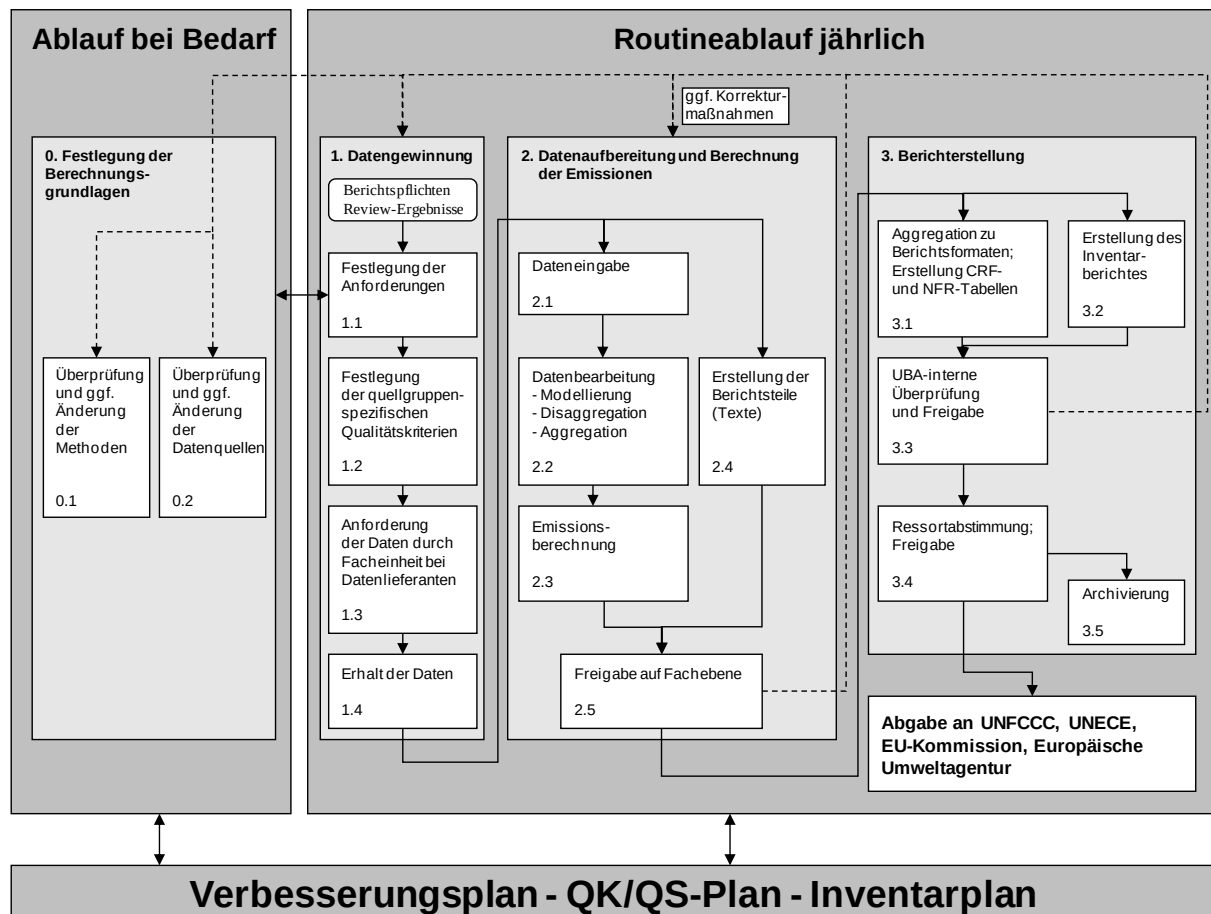


Abbildung 6: Übersicht über den Prozess der Emissionsberichterstattung

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 Berichterstattungsanforderungen (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 1.3.3.1.4) 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 Qualitätssicherung und -kontrolle (QS/QK) 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 (siehe Kapitel 1.2.1.5). Einzelheiten bezüglich der Regelung der Verbindlichkeit für andere NaSE-Teilnehmer können dem Anhang 22.1.1 entnommen werden.

1.3.3.1.1 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.

1.3.3.1.2 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 Inventarinformationen, Durchführung der zentralen Archivierung von Inventarinformationen Vorbereitung Durchführung und Nachbereitung von Inventarüberprüfungen	Ein benannter Mitarbeiter aus der Nationalen Koordinierungsstelle

1.3.3.1.3 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).

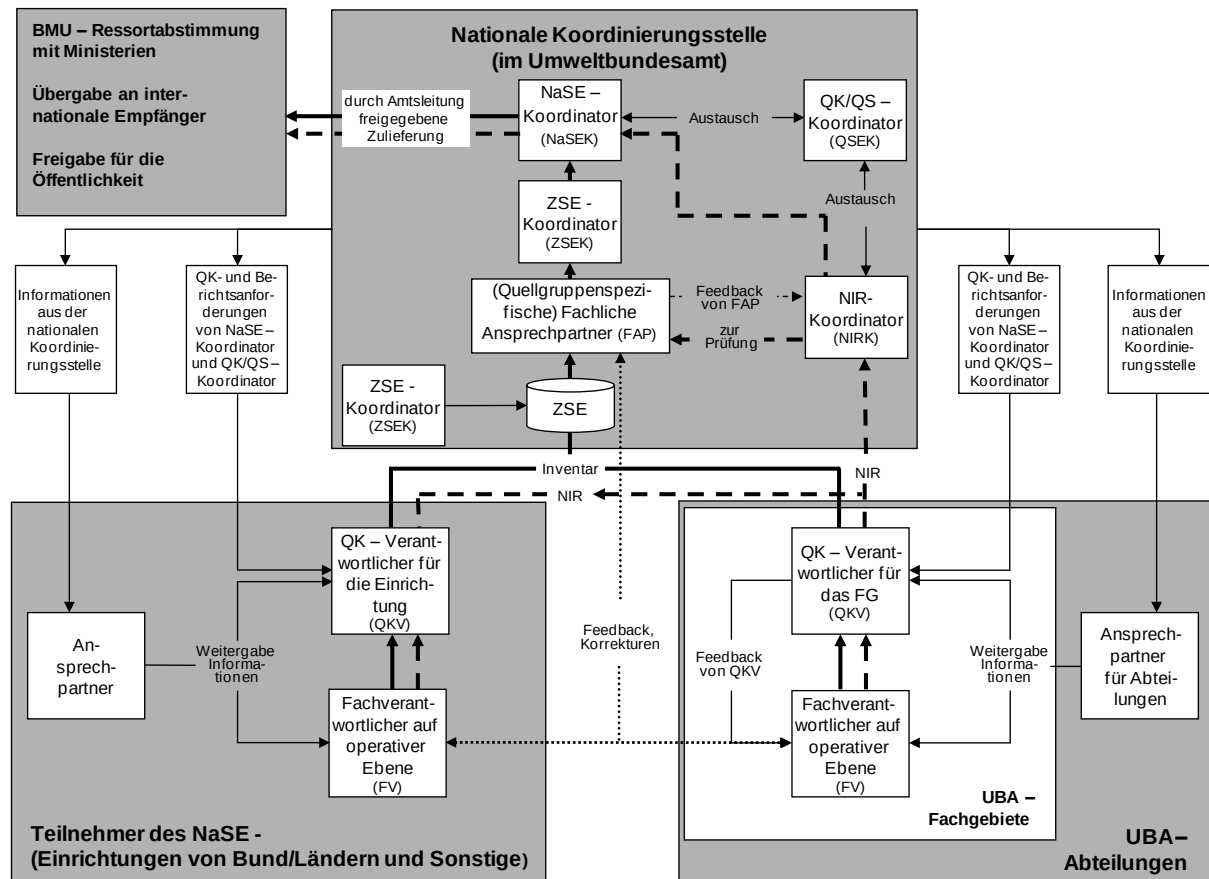


Abbildung 7: QSE - Rollen Aufgaben und Arbeitsabläufe

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.

1.3.3.1.4 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.

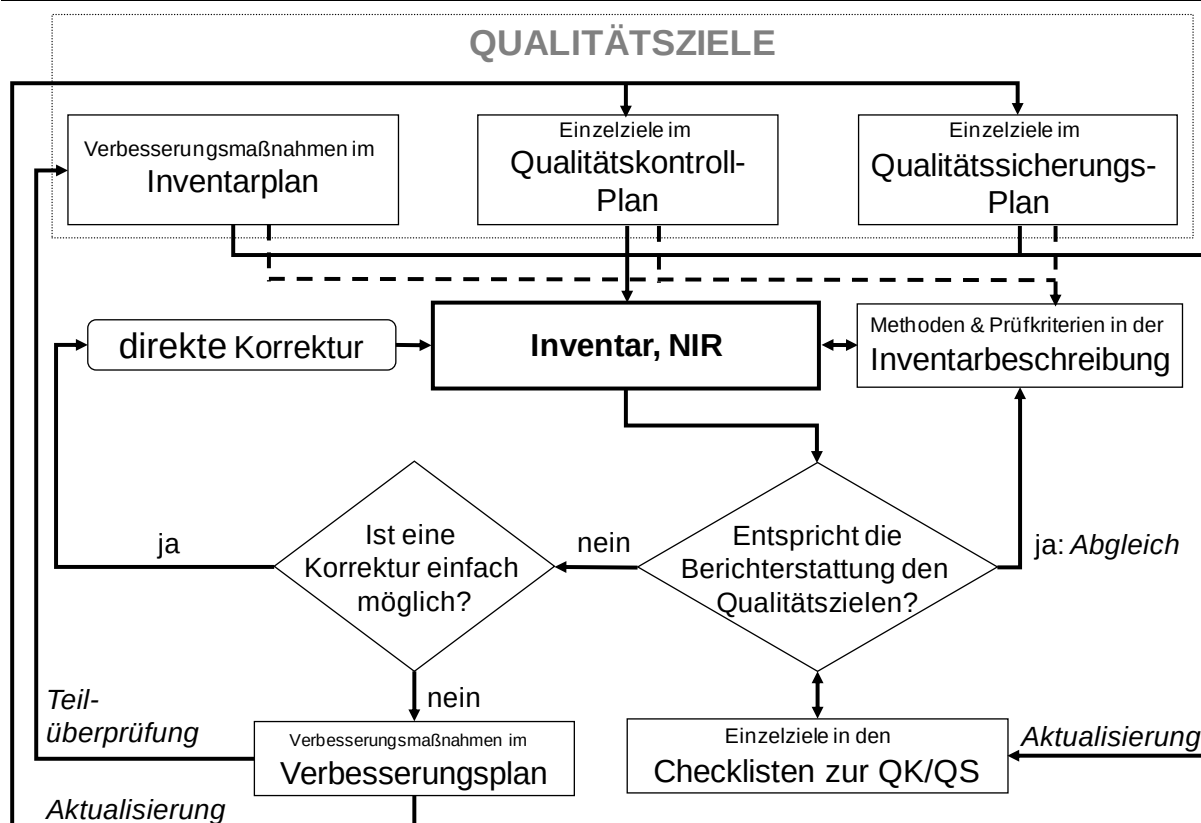


Abbildung 8: NaSE & QSE - Steuerung und Dokumentation

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 Dokumentstruktur 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 1.2.1.5) 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 verteilten 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 Aggregierung für die Inventare erfolgt ist.

1.3.3.1.5 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 1.2.1.5). 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.

1.3.3.1.6 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.

1.3.3.1.7 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.

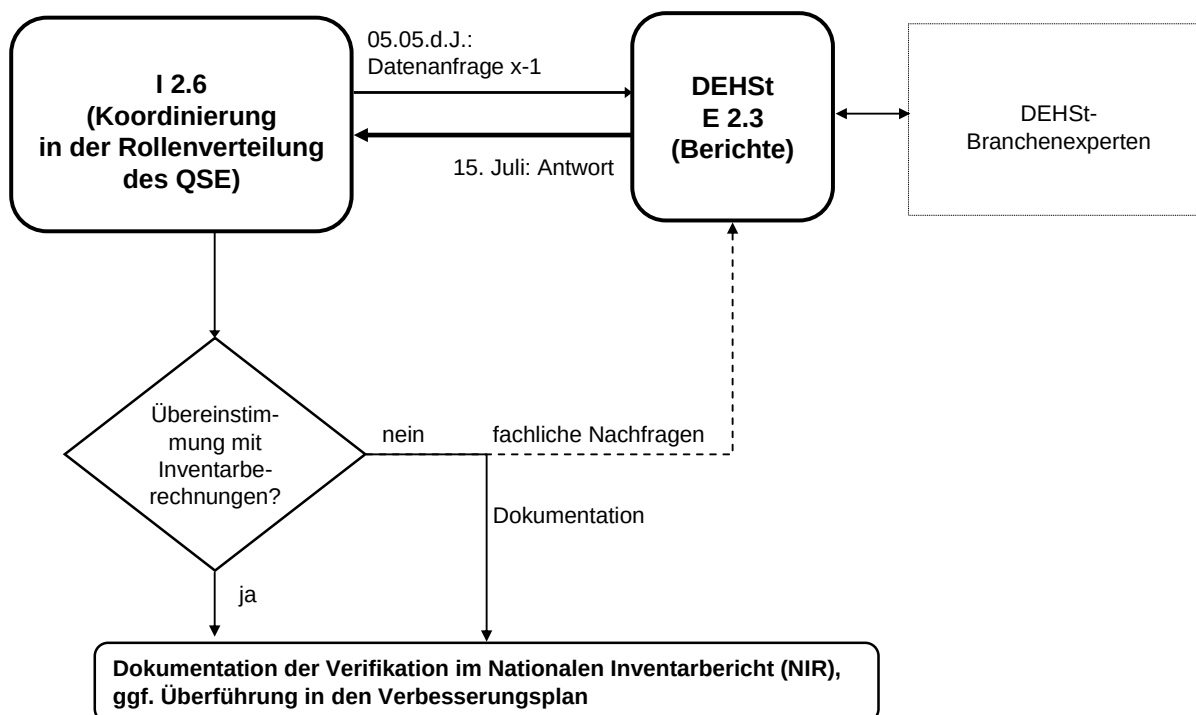


Abbildung 9: Verfahrensablauf für die jährliche Inventar-Verifikation mit ETS-Monitoring-Daten

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

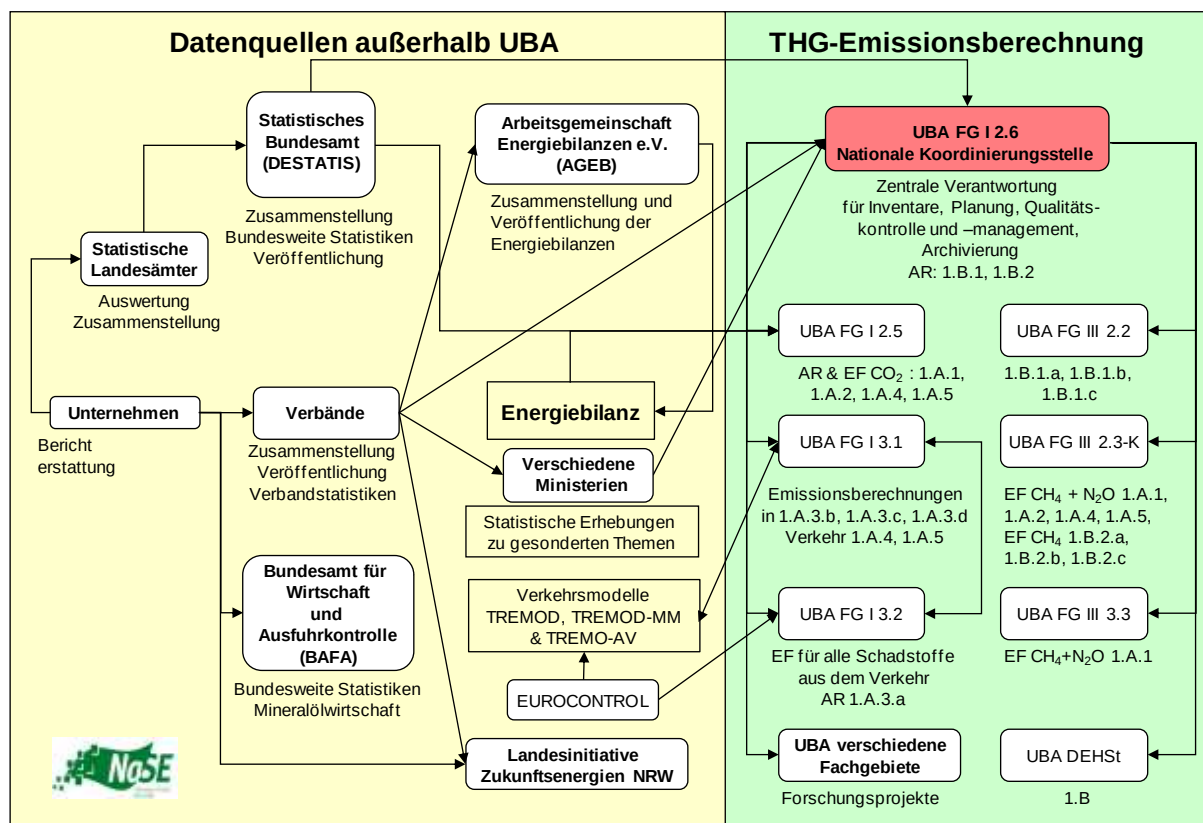


Abbildung 10: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen im Energiebereich

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. Weiterhin liegen für die Energiebilanz des 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.

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.

Ebenfalls zusätzlich zur Energiebilanz veröffentlicht die AGEB so genannte *Auswertungstabellen zur Energiebilanz* (nachfolgend: Auswertungstabellen). Im Bereich der Brennstoffe weisen diese jeweils nur diejenigen Brennstoffe mit der höchsten Aktivität aus beziehungsweise aggregieren kleinere Aktivitäten zu Summenwerten (beispielsweise *übrige feste Brennstoffe*). Die quellgruppenspezifische Aufteilung beschränkt sich weitestgehend auf die Endenergie verbrauchenden Quellgruppen (beispielsweise *Verarbeitendes Gewerbe* oder *Verkehr*). Einige Quellgruppen werden nicht aufgeführt (z.B. *Erzeugung von Fernwärme*). Die Auswertungstabellen erscheinen zeitnah (im Sommer des Folgejahres). Mit ihrer Hilfe können vor allem aggregierte Aktivitäten auf Quellgruppenebene der am meisten eingesetzten Brennstoffe ermittelt werden. Durch Differenzbildung mit anderen Statistiken kann eine weitere Disaggregation erreicht werden.

Eine weitere wichtige Datenquelle für die Ermittlung der Aktivitätsraten sind die *Fachserien 4 Reihe 4.1.1, Reihe 6.4*, und für die Abfalldaten die Fachserie 19 des *Statistischen Bundesamtes*. Diese enthalten Angaben über Produktion und Anlagen im Verarbeitenden Gewerbe und im Bergbau. 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 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 Splitfaktoren. 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-daten 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

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.

Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW), der Gasstatistik des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) und der Deutsche 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.

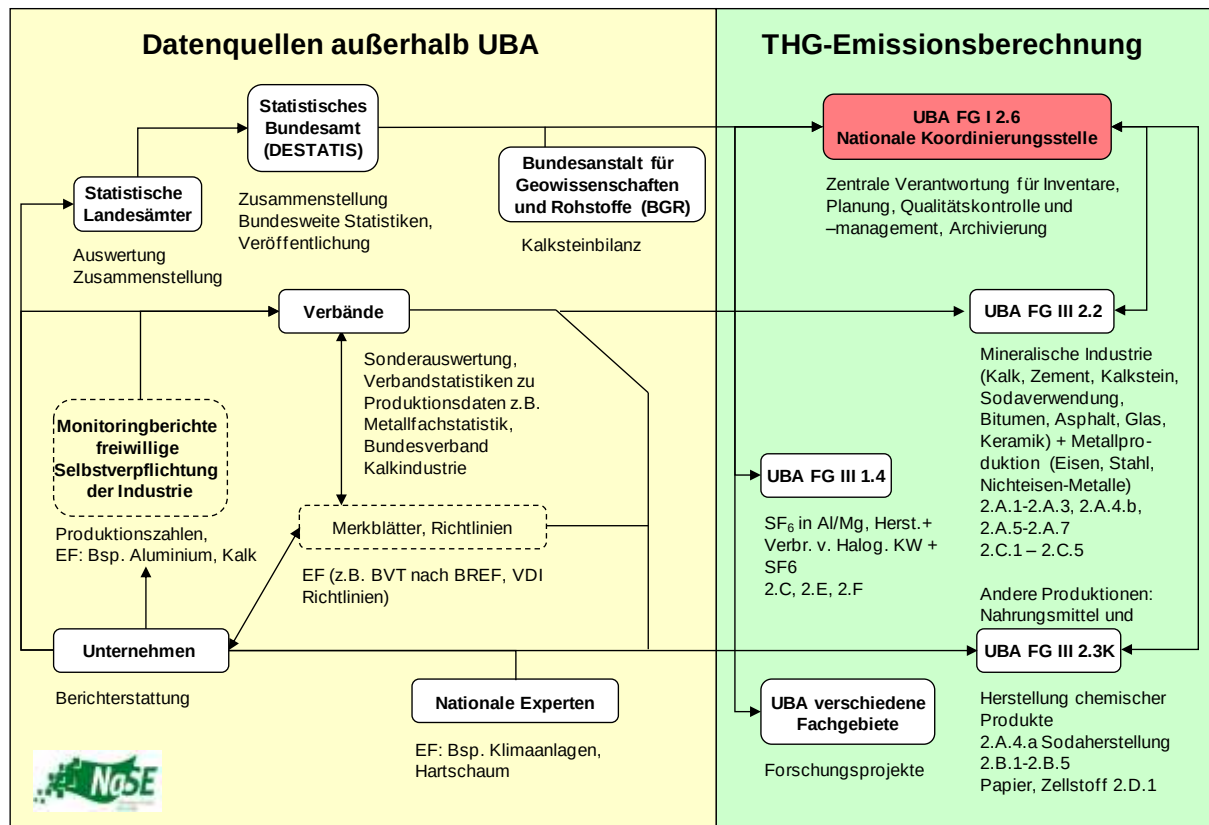


Abbildung 11: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Industrieprozesse

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. Die Emissionsfaktoren sind für 2.B.2 von den Herstellern ermittelt worden. Für 2.B.1 werden von den Herstellern die Aktivitätsrate und die Emissionen zur Verfügung gestellt. 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 momentan 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 Mineralölwirtschaftsverbands 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.

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.

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

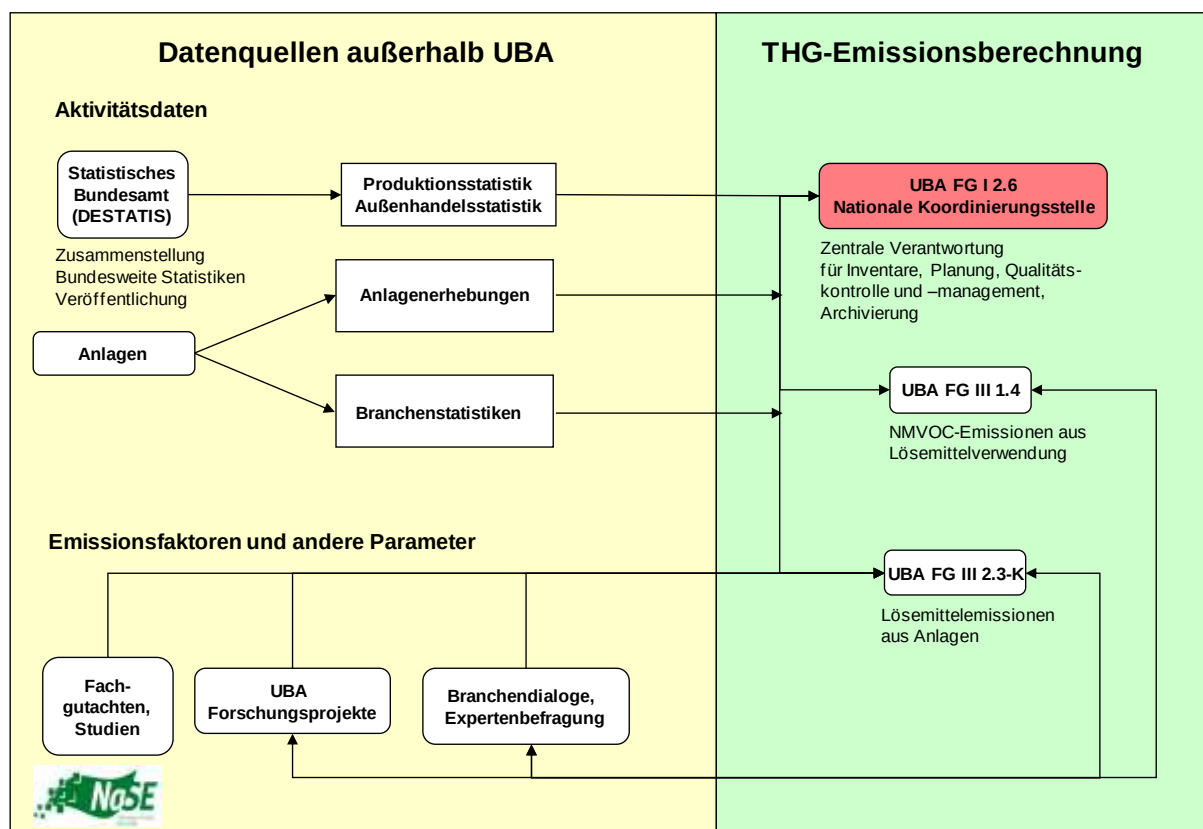


Abbildung 12: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus der Lösemittel- und anderen Produktverwendung

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 *Chemische Industrie, Energieerzeugung* (FG III 2.3-K) 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

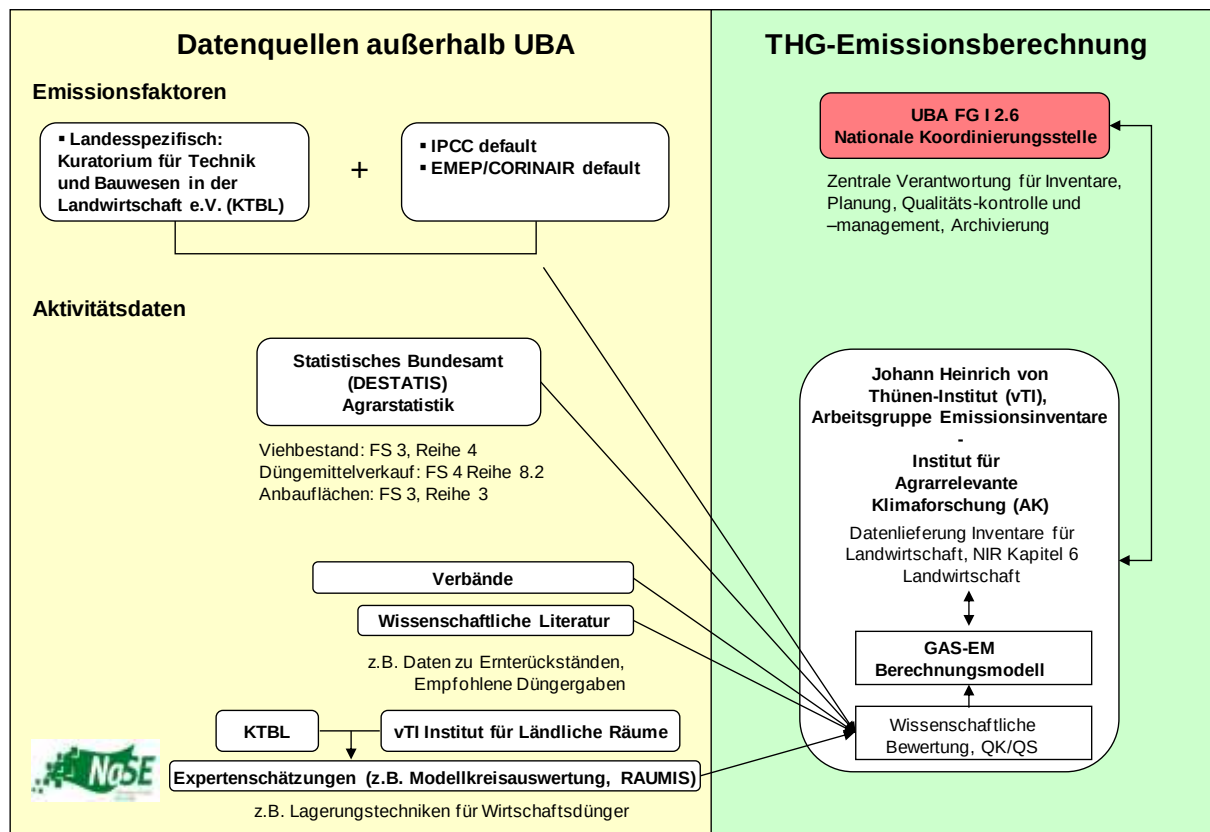


Abbildung 13: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft

Die Berechnungen der Emissionen für die Quellgruppe 4 (Landwirtschaft) erfolgen durch das von Thünen Institut (vTI). 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

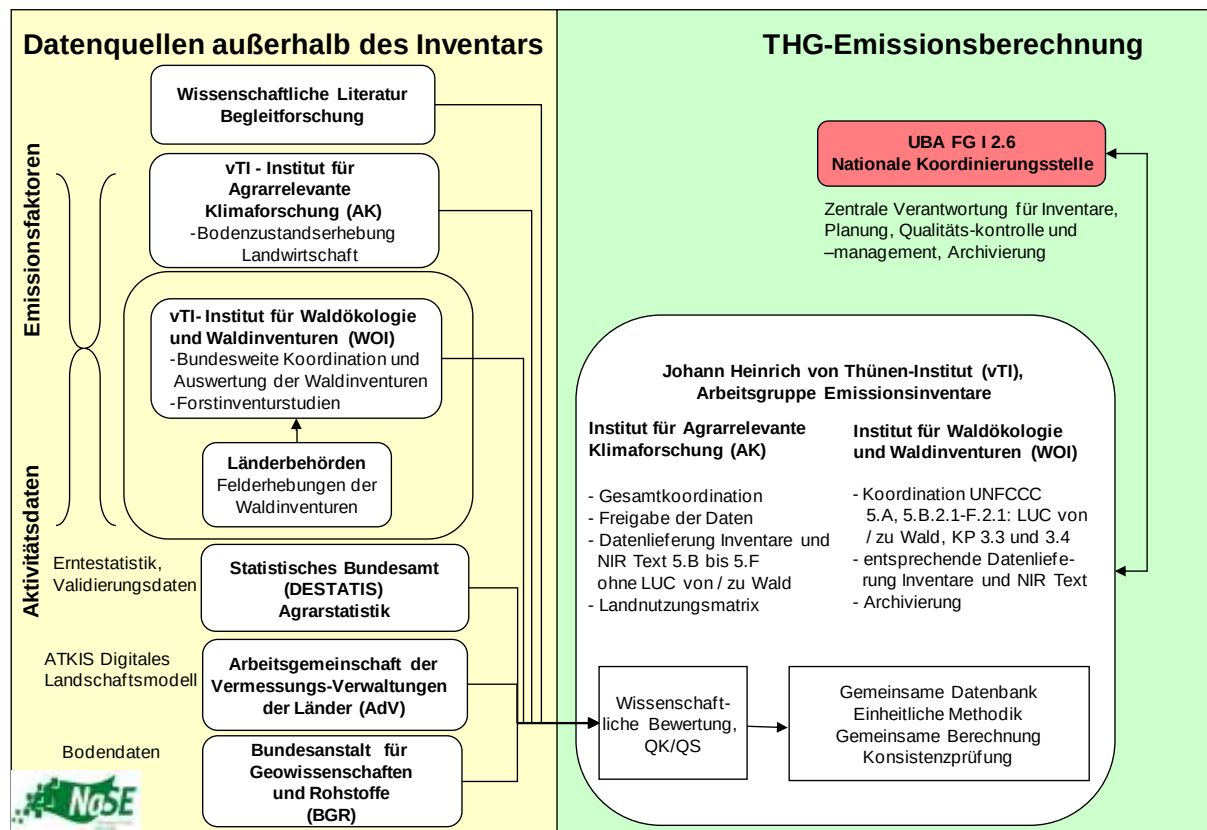


Abbildung 14: Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) und KP-LULUCF

Die Erfassung der Nutzungen und Landnutzungsänderungen in den Bereichen Ackerland, Grünland, Feuchtgebiete, Siedlungen und sonstigem Land erfolgt erstmals mit dem gleichen rasterbasierten Stichprobenansatz wie die der forstlichen Tätigkeiten.

Die Bodenkohlenstoffvorratsschätzung wird derzeit an Hand von nutzungsdifferenzierten Bodenkarten und Bodenprofildaten, 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 Mineräldüngern, 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

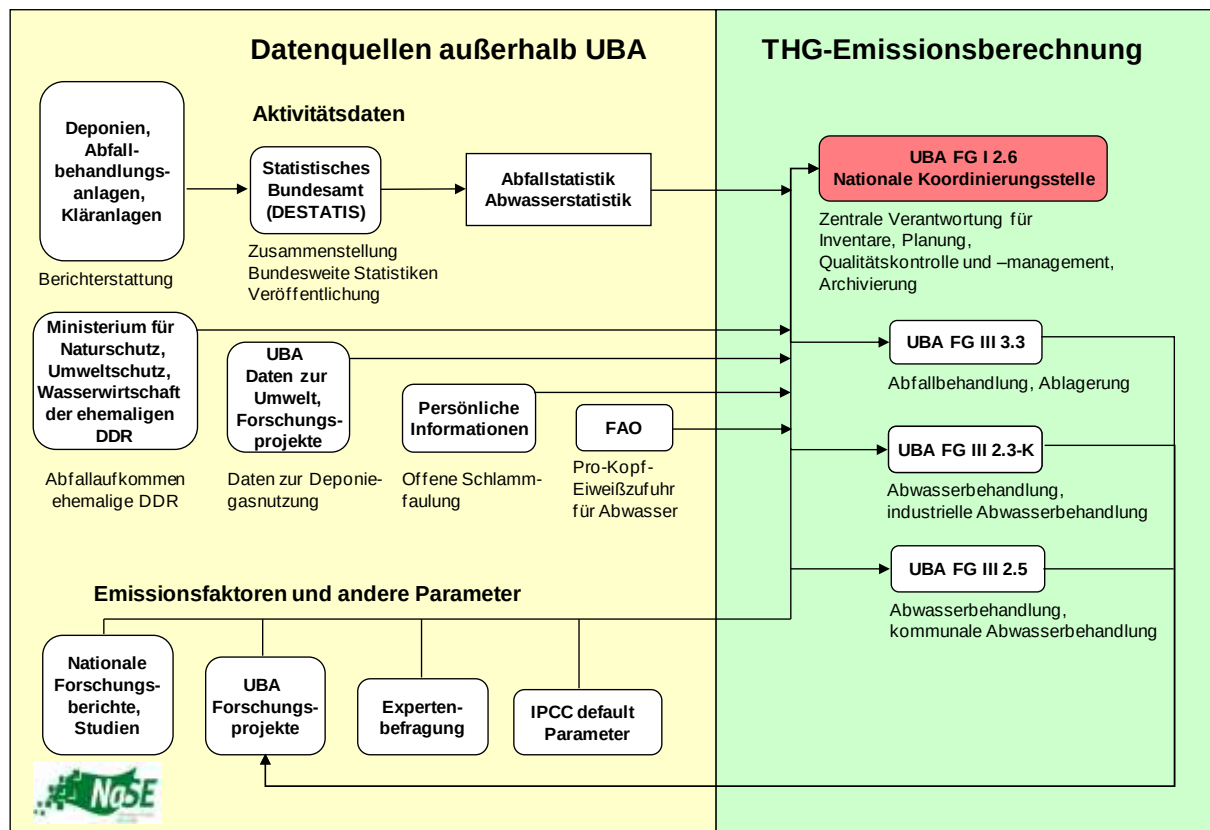


Abbildung 15: Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Abfall und Abwasser

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.

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 *Chemische Industrie, Energieerzeugung* (III 2.3-K) 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. 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 Emissionen des Flugverkehrs werden mit der vorliegenden Berichterstattung erstmals vollständig gemäß IPCC-Tier 3 berechnet, d.h. separat für nationalen und internationalen Flugverkehr, sowie unter Verwendung der für die Flugphasen- und Flugzeugklassen-spezifischen Emissionsfaktoren. Weiterführende Informationen zum Vorgehen finden sich in den Kapiteln 3.2.2.2 und 3.2.10.1.

Die Berechnung der Treibhausgas-Emissionen aus dem Straßenverkehr erfolgt mit Hilfe des Modells TREMOD, dem ein bottom up Tier-2/3-Ansatz zugrunde liegt. In diesem werden die mit den Energiebilanzen abgestimmten Kraftstoffverbräuche auf einzelne Fahrzeug- und Straßenkategorien verteilt. Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach Übergabe dieser spezifischen Verbrauchsdaten sowie entsprechender Emissionsfaktoren auf derselben

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.

Detailebene innerhalb der Datenbank ZSE. Weitere Informationen hierzu finden sich in den Kapiteln 3.2.10.2 und 19.1.3.2 dieses Inventarberichtes.

Bei den Industrieprozessen werden für die chemische Industrie die Emissionen der Quellgruppen 2.B.1 bis 2.B.4 gemäß der IPCC-TIER 3 Methode berechnet. Den Emissionen der Quellgruppe 2.B.5 liegen länderspezifische und IPCC-TIER 2 Berechnungsmethoden zugrunde. Für die Treibhausgase HFKW, FKW, SF₆ werden in vielen Bereichen detaillierte IPCC Tiers angewendet. Dies war vor allem möglich, weil die Emissionen für diese Treibhausgase im Rahmen eines FE-Vorhabens gezielt für die Emissionsberichterstattung erhoben worden sind und die Datenerhebung gezielt für die Anwendung der IPCC-Methoden erfolgte.

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

Für die Landwirtschaft wurden die Emissionen überwiegend auf der Grundlage des CORINAIR Guidebook und mit IPCC Default-Emissionsfaktoren berechnet. Für die Hauptkategorien wurden die Berechnungen über ein IPCC-Tier 2 Verfahren mit landesspezifischen Emissionsfaktoren durchgeführt. Nur für die landwirtschaftlichen Böden (4.D) wurden länderspezifische Methoden angewandt.

Im Abfallbereich wurde die Berechnung auf die Anwendung des IPCC-Tier 2 Ansatz unter Erschließung neuer nationaler Datenquellen umgestellt (ÖKO-INSTITUT, 2004a).

Alle übrigen Quellkategorien wurden in den IPCC-Summary Tables als länderspezifische Berechnungsmethoden ausgewiesen. Hierzu ist anzumerken, dass die deutschen Inventare derzeit einem intensiven Überprüfungsprozess unterzogen werden, in dem die Übereinstimmung der angewandten Methoden mit dem IPCC-Ansatz erstmals systematisch überprüft wird und Methodenänderungen zur Umsetzung der *Good Practice Guidance* vorgenommen werden. Da die Methodenüberprüfung noch nicht abgeschlossen ist, wurden in den Summary Tables Methoden auch dann als länderspezifisch ausgewiesen, wenn nicht bekannt ist, ob IPCC-Konformität besteht bzw. welcher Tier zur Anwendung gekommen ist. Für die energiebedingten Aktivitätsdaten ist jedoch davon auszugehen, dass zumindest Tier 1 zur Anwendung gekommen ist. Auch für andere Bereiche wird sich die Eingruppierung von länderspezifisch auf IPCC-Tiers ändern, da die Methodenkonformität im Laufe des Jahres entweder festgestellt oder hergestellt wird.

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 Quellgruppe 5.A 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 2010) sowie Trend (für 2010 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 gehen auf das Jahr 2010 zurück – sie ergaben sich entweder durch die Levelanalysen 2010 oder die Trendbewertung oder die Tier-2-Hauptkategorienanalyse auf Basis der aktuelle Unsicherheitenbestimmung. Durch die Bewertung qualitativer Aspekte sind keine neuen Hauptkategorien hinzugekommen (Erläuterungen hierzu siehe Anhangkapitel 17.1.2).

Im Ergebnis wurden für das Jahr 2010 im Tier 1-Verfahren insgesamt 39 der untersuchten 120 Quell- bzw. Senkengruppen als Hauptquelle identifiziert. Nur 25 hiervon wurden gleichzeitig durch die Trend- und Levelanalysen als Hauptkategorie ermittelt. Zusätzlich wurden 8 Quellgruppen nur durch die Trend- bzw. 6 Quellgruppen nur durch die jeweiligen Levelanalysen als Hauptkategorie identifiziert. Im Tier 2-Verfahren wurden 7 weitere Hauptkategorien identifiziert (s. Tabelle 8).

Letztendlich wurden damit 46 Hauptkategorien festgelegt, die in Tabelle 5 zusammengefasst dargestellt sind.

Tabelle 5: Anzahl der Quellgruppen und Hauptkategorien

Kategorie			120
			Hauptkategorien
nach Level 6	Level & Trend 25	Trend 8	39 (Tier 1) +7 (Tier 2) 46 (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 mit 39 gleich geblieben. Nur die Hauptkategorien nach Trend haben sich von 34 auf 33 reduziert. CH₄-Emissionen aus Diffuse Emissionen aus Erdgas (1.B.2.b) und CO₂-Emissionen aus Grünland (5.C) sind nach Trend keine Hauptkategorien mehr. Zum Trend neu hinzugekommen sind CO₂-Emissionen aus Verarbeitendes Gewerbe – Eisenschaffende Industrie (1.A.2.a). Auch die Anzahl Hauptkategorien nach Tier-2-Analyse sind mit sieben gleich geblieben. CO₂-Emissionen aus Diffuse Emissionen aus Erdgas (1.B.2.b) ist keine Hauptkategorie nach Tier 2 mehr, dafür sind N₂O-Emissionen aus Landwirtschaftlichen Böden (4.D.2) als Hauptkategorie nach Tier 2 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 97,6% 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 307 in Kapitel 17.1.4).

Tabelle 6: Ergebnis der Hauptkategorienanalyse KP-LULUCF

IPCC Source categories	Emissions / Sinks of	1990	2010	Key category assessment
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	CO₂	-66121,25	19586,63	•
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	CH ₄	0,43	0,15	
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	N ₂ O	0,19	0,21	
5.A.2 Land converted to Forest Land	CO₂	-7286,76	5473,98	•
KALK CROPLAND	CO ₂	1158,93	1638,09	
5.B.1 Cropland remaining Cropland	CO₂	22255,68	23381,36	•
5.B.1 Cropland remaining Cropland	N ₂ O	IE	IE	
5.B.2 Land converted to Cropland	CO ₂	5346,52	3253,37	
5.B.2 Land converted to Cropland	N ₂ O	0,64	0,60	
5.C.1 Grassland remaining Grassland	CO₂	11704,87	10709,95	•
5.C.2 Land converted to Grassland	CO ₂	-142,95	1660,02	
5.D.1 Wetlands remaining Wetlands	CO ₂	2061,77	2005,60	
5.D.2 Land converted to Wetlands	CO ₂	186,63	150,88	
5.E.1 Settlements remaining Settlements	CO ₂	1964,47	2016,45	
5.E.2 Land converted to Settlements	CO ₂	787,16	534,92	
5.F.1 Other Land remaining Other Land	CO ₂	0,00	0,00	
5.F.2 Land converted to Other Land	CO ₂	0,00	0,00	
5.G Other	CO ₂	116,78	58,29	

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 2010
					LEVEL 1990	1990 +sinks	LEVEL 2010	2010 +sinks	2010	2010 +sinks		
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	CH4	-	-	-	-	-	-	•	•	185,8	1.684,0
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	339.017,9	315.557,5
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	N2O	-	-	-	-	-	•	-	-	3.610,0	3.498,9
1A1b Petroleum Refining	all fuels	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	20.005,9	19.857,2
1A1c Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	all fuels	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	64.393,8	13.645,8
1A2a Manufacturing Industries and Construction: Iron and Steel	all fuels	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	34.742,0	34.269,1
1A2e Manufacturing Industries and Construction: Food Processing	all fuels	CO2	-	-	-	-	-	-	•	•	1.989,2	458,6
1A2f Manufacturing Industries and Construction: Other	all fuels	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	137.298,8	77.896,2
1A3b Transport: Road Transportation	all fuels	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	150.358,3	145.437,9
1A3c Transport: Railways	all fuels	CO2	-	-	-	-	-	-	•	•	2.880,8	945,4
1A3e Transport: Other Transportation	all fuels	CO2	•	•	•	•	•	•	-	-	4.751,7	4.140,5
1A4a Other Sectors: Commercial/Institutional	all fuels	CH4	-	-	-	-	-	-	•	-	1.216,1	61,5
1A4a Other Sectors: Commercial/Institutional	all fuels	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	63.949,6	36.399,3
1A4b Other Sectors: Residential	all fuels	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	129.474,0	101.946,5
1A4c Other Sectors: Agriculture/Forestry/Fisheries	all fuels	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	11.059,8	6.211,5
1A5 Other: Include Military fuel use under this category	all fuels	CO2	•	•	•	•	-	-	•	•	11.811,1	1.297,6
1B1a Fugitive Emissions from Fuels: Coal Mining and Handling	Solid Fuels	CH4	•	•	•	•	-	-	•	•	18.415,2	2.769,9
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	•	•	•	•	•	•	-	-	7.400,1	6.173,9
2A1 Mineral Products: Cement Production	Clinker Production	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	15.145,8	12.187,7
2A2 Mineral Products: Lime Production	Limestone and Dolomite	CO2	•	•	•	•	•	•	-	-	6.176,5	5.019,3
2B1 Chemical Industry	Ammonia Production	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	5.745,0	7.437,0
2B3 Chemical Industry	Adipic Acid Production	N2O	•	•	•	•	-	-	•	•	18.804,6	716,4
2B5 Chemical Industry	Other	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	6.888,2	8.826,9
2C1 Metal Production: Iron and Steel Production	Steel (integrated production)	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	22.711,9	18.208,0
2C3 Aluminium Production		PFC	-	-	-	-	-	-	•	•	1.551,7	134,6
2E Production of Halocarbons and SF6	Production of HCFC-22	HFC	•	•	•	•	-	-	•	•	4.218,5	165,6
2F Industrial Processes	Consumption of Halocarbons and SF6	HFC	-	-	-	-	•	•	•	•	C	C
2F Industrial Processes	Consumption of Halocarbons and SF6	SF6	•	•	•	•	-	-	•	•	6.414,8	3.052,5
3D Total Solvent and Other Product Use		N2O	-	-	-	-	-	-	•	•	1.924,6	299,2
4A1 Enteric Fermentation	Dairy Cattle	CH4	•	•	•	•	•	•	-	•	13.498,4	10.898,6
4A1 Enteric Fermentation	Non-Dairy Cattle	CH4	•	•	•	•	•	•	-	-	11.843,5	8.294,0
4D1 Agricultural Soils	Direct Soil Emissions	N2O	•	•	•	•	•	•	•	•	29.161,4	24.757,1

IPCC Source Categories	Activity	Emissions of	Level				Trend				Emission Base Year	Emission 2010
			Base Year	Base Year +sinks	LEVEL 1990	1990 +sinks	LEVEL 2010	2010 +sinks	2010	2010 +sinks		
4D3 Agricultural Soils	Indirect Emissions	N ₂ O	•	•	•	•	•	•	•	•	16.463,1	13.268,0
5A Forest Land		CO ₂		•		•		•		•	-73.408,0	-25.060,6
5B Cropland		CO ₂		•		•		•		•	28.761,1	28.272,8
5C Grassland		CO ₂		•		•		•		-	11.561,9	9.049,9
6A Solid Waste Disposal on Land	Managed Waste Disposal on Land	CH ₄	•	•	•	•	•	•	•	•	38.598,0	8.967,0
6B Wastewater Handling	Domestic and Commercial Wastewater	CH ₄	-	-	-	-	-	-	•	•	2.226,2	70,9

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

IPCC Source Categories	Activity	Emissions of
4B1a Manure Management: Other	Dairy Cattle	CH ₄
4B1a Manure Management: Other	Dairy Cattle	N ₂ O
4B8 Manure Management: Swine	Swine	CH ₄
4D2 Agricultural Soils	Pasture, Range and Paddock Manure	N ₂ O
5D Wetlands		CO ₂
5E Settlements		CO ₂
6B 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 1.3.3.1.4 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 1.3.3.1.2) 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 2012

Kategorie (CRF-Code)	Planung zur Inventarverbesserung / Handlungsbedarf
2.F.1, 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.
5.A.(b)	Überprüfung, ob Lücken in der Datenverfügbarkeit für Zeitreihe(n) ab 1990 vorliegen.
2.A.5, 6.A.1	Überprüfung, ob die Quellgruppe vollständig durch die Datenquelle abgedeckt wird und die Datenzuschnitte der EF und AR übereinstimmen.
1.A.3.a.ii, 1.A.3.b+c, 1.A.4.c.iii, 1.A.5.b, 2.A.6, 6.B.2	Überprüfung, ob die Unsicherheiten ermittelt wurden und vollständig sind.
1.A.2.f, 1.A.3.a.ii, 1.A.3.b+c+d.ii+e.ii, 1.A.4., 1.A.4.c.ii+iii, 1.A.5.b, 1.B.1+2, 1.C.1.b, 6.B.2	Überprüfung, ob die geforderten Aufzeichnungs- und Dokumentationspflichten erfüllt werden und die jeweiligen Unterlagen vollständig und nachvollziehbar sind.
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, 1.A.1+2, 1.A.4, 1.A.4.c.ii+iii, 1.B.1+2, 2.A.1+2+4+6+7(a), 5.B-E, 6.B.2	Überprüfung, ob die Anforderungen zum Abgleich und zur Verifizierung von Daten bzw. zugrunde liegender Annahmen erfüllt werden.
4.A+B, 6.B.2	Überprüfung, ob die Hinweise aus den Inventarüberprüfungen und dem Inventarplan berücksichtigt werden konnten.
1.A.3.b, 6.B.2	Überprüfung, ob die Anforderungen an die Datenkonsistenz erfüllt werden und die jeweiligen Unterlagen vollständig und nachvollziehbar sind.
1.A.3.e.ii, 4.B	Überprüfung, ob die EF die Anforderungen an die Vollständigkeit erfüllen (ohne Fehlstellen, vollständig dokumentiert und plausibel).
1.A.4, 2.A.7.(a), 4.B, 4.D, 5, 5.A-C, 6.D.2	Überprüfung, ob die AR die Anforderungen an die Vollständigkeit erfüllen (ohne Fehlstellen, vollständig dokumentiert und plausibel).
1.A.2.f.(a+c+d), 1.B.2.a, 6.B.2	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.3.d, 1.A.4, 1.B.2.d, 2.A.5, 2.C.1, 2.D.1, 4.A+B+D	Handlungsbedarfe unterschiedlichen Inhalts.
1.B.1, 1.B.2.b, 2.A.4.(b), 2.A.5, 2.B.5.(e), 3.D.1+4	Überprüfung ob Zuständigkeiten aktualisiert werden müssen.
1.A.1, 1.A.2.f, 1.A.3.c-e, 1.B.2, 1.C.1.b, 2.A.6, 4.B, 5.B+C+E, 6.A.1, 6.D.1	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 2300 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 3 Jahren (2010-2012) gegeben.

Zum Ende des Berichterstattungsjahres 2012 besteht der Inventarplan aus rund 1000 Handlungs- bzw. Verbesserungsbedarfen. Sie verteilen sich auf etwa 160 Quellgruppen.

Von den enthaltenen Verbesserungsbedarfen sind derzeit 540 erledigt. Die Schwerpunkte der erreichten Verbesserungen liegen in den Bereichen Dokumentation, Verifizierung und Reviewergebnisse. Schwerpunkte der rund 435 offenen bzw. in Bearbeitung befindlichen Verbesserungsbedarfe sind Dokumentation, QK bei Datenlieferanten und Verifizierung.

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 2006-2011, die im NIR getroffenen Aussagen zu geplanten Verbesserungen der Jahre 2011 und 2012, die sonstigen Verbesserungsbedarfe der Jahre 2008-2012 sowie die CHKL-Ergebnisse der Jahre 2010-2012 (vorhergehende Jahre müssen zukünftig noch in die hier wiedergegebene Übersicht eingearbeitet werden) 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 281 (Zusammenstellung der im IP dokumentierten erledigten Review-Empfehlungen) und für die im NIR getroffenen Aussagen zu geplanten Verbesserungen unter Tabelle 282 (Zusammenfassung und Status 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 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.	ARR	2008
Industrial Processes	2.B.5, 2.E.3		S&A I	2006
Energy	1.A.2		CHKL	2011
Agriculture	4.A.(a), 4.B.(a)	Überprüfung, ob die verwendeten Datenquellen(n) langfristig verfügbar sind.	CHKL	2010
LULUCF	5		Sonstige	2008
Energy	1.A.3.c		CHKL	2010
Industrial Processes	2.C.2+3	Überprüfung, ob Lücken in der Datenverfügbarkeit für Zeitreihe(n) ab 1990 vorliegen.	CHKL	2010, 2011
Agriculture	4.A.(b), 4.D		CHKL	2010, 2011
Energy	1.A.2		CHKL	2011
Industrial Processes	2.A.5, 2.C.2+3		CHKL, NIR	2010, 2011
LULUCF	5, 5(III+IV), 5.A.(c+f), 5.B-F	Überprüfung, ob die Unsicherheiten ermittelt wurden und vollständig sind.	Sonstige, CHKL, NIR	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, 1.C.1.b	Überprüfung, ob die geforderten Aufzeichnungs- und Dokumentationspflichten erfüllt werden und die jeweiligen Unterlagen vollständig und nachvollziehbar sind.	CHKL	2010, 2011
Industrial Processes	2.C.2+3, 2.D.1+2		CHKL	2010
Agriculture	4.A.(a), 4.B.(a)		CHKL	2010
LULUCF	5(IV), 5.A		CHKL	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.A.(a), 4.B.(a+b), 4.D		CHKL	2010, 2011
LULUCF	5(III), 5.B-F		CHKL	2010
Waste	6.B.2		CHKL	2010, 2011
Alle	Alle		ARR	2008
Energy	1.A, 1.A.1+2, 1.A.3.a, 1.A.3.b-d, 1.A.3.d.ii, 1.A.3.e, 1.A.5.b, 1.B.1+2, 1.C.1.a	Überprüfung, ob die Anforderungen zum Abgleich und zur Verifizierung von Daten bzw. zugrunde liegender Annahmen erfüllt werden.	ARR, Eu-Rev, S&A I, CHKL	2006, 2007, 2008, 2010, 2011
Industrial Processes	2.A.2, 2.A.7.(b), 2.B.1, 2.C.1-3, 2.D.2,		CHKL	2010, 2011
LULUCF	5(III), 5.B-F		CHKL	2010
Waste	6.A.1		CHKL	2011

Hauptkategorie	Kategorie (CRF-Code)	Planung zur Inventarverbesserung / Handlungsbedarf	Quelle	Quellenbezug Berichtsjahr
Alle	Alle		ARR, IRR	2006, 2007, 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.2, 1.BU.1, 1.C.1		ARR, IRR, SL	2006, 2007, 2008, 2009, 2010
Industrial Processes	2, 2.A.1-4, 2.B.1-3, 2.C.1-4, 2.E, 2.F	Überprüfung, ob die Hinweise aus den Inventarüberprüfungen und dem Inventarplan berücksichtigt werden konnten.	ARR, IRR, CHKL	2006, 2007, 2008, 2009, 2010
Solvents	3.A – 3.D		ARR	2008
Agriculture	4, 4.A-B, 4.D		ARR, IRR	2006, 2008, 2009, 2010
LULUCF	5, 5.A-D		ARR, IRR	2006, 2008, 2009, 2010
Waste	6, 6.A, 6.B, 6.B.2, 6.C, 6.D		ARR, IRR	2006, 2008, 2009, 2010
Energy	1.A.1+2, 1.A.3.b+d, 1.A.4, 1.B.1.a, 1.B.2		EU-Rev, S&A I, CHKL	2006, 2007, 2010, 2011
Industrial Processes	2, 2.A.5, 2.B.2+5, 2.C.1, 2.D.1.(b), 2.F.1	Überprüfung, ob die Anforderungen an die Datenkonsistenz erfüllt werden und die jeweiligen Unterlagen vollständig und nachvollziehbar sind.	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, 1.C.1.b	Überprüfung, ob die EF die Anforderungen an die Vollständigkeit erfüllen (ohne Fehlstellen, vollständig dokumentiert und plausibel).	EU-Rev, S&A I, NIR	2006, 2007, 2011
Industrial Processes	2.B.1, 2.F		EU-Rev	2007
Agriculture	4.B.(b)		EU-Rev	2007
LULUCF	5.C.2		EU-Rev	2007
Energy	1.A.1; 1.A.2; 1.A.4; 1.A.5.a, 1.B.1c	Überprüfung, ob die AR die Anforderungen an die Vollständigkeit erfüllen (ohne Fehlstellen, vollständig dokumentiert und plausibel).	EU-Rev, S&A I, NIR	2006, 2007, 2011
Agriculture	4.B+D		NIR	2011
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	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
Industrial Processes	2.C, 2.C.2+3, 2.D.1.(b)		EU-Rev, CHKL	2007, 2010, 2011
Energy	1, 1.A.1+2+4		EU-Rev, S&A I	2006, 2007
Industrial Processes	2	Überprüfung, ob Rekalkulationen durchzuführen sind. Falls dies der Fall ist, sind sie nachvollziehbar zu dokumentieren.	EU-Rev, S&A I	2006, 2007
Agriculture	4		S&A I	2006
Waste	6.D		EU-Rev	2007
Alle	Alle		Sonstige	2010
Energy	1.A., 1.A.3.a+e		NIR, Sonstige	2009, 2011
Industrial Processes	2.A.5	Handlungsbedarfe unterschiedlichen Inhalts.	CHKL	2010
Solvents	3.A+B, 3.D.1+4+5		CHKL	2010
LULUCF	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.D.1	Überprüfung ob Zuständigkeiten aktualisiert werden müssen.	CHKL	2010
Waste	6.B.2		CHKL	2010
Energy	1.B.1.c		NIR	2011
Industrial Processes	2.A.1	Initiierte Forschungsprojekte zur Inventarverbesserung.	NIR	2011
LULUCF	5.A+E		NIR	2011

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

Hauptkategorie	Kategorie (CRF-Code)	Planung zur Inventarverbesserung / Handlungsbedarf	Quelle	Quellenbezug Berichtsjahr
Industrial Processes	2.F.1+6	Überprüfung, ob die Anforderungen der IPCC-Good Practice Guidance an die Auswahl der	NIR, CHKL	2010, 2012
Agriculture	4.A.+B	Berechnungsmethode und die Verfahren bei vorliegenden Methodenwechsel erfüllt sind oder ob bestehende Berechnungsmethoden/Modelle ggf. angepasst werden müssen.	NIR, Sonstige	2009, 2012
Waste	6.B.2		CHKL	2011, 2012
Waste	6.D.(b)	Überprüfung, ob die verwendeten Datenquellen(n) langfristig verfügbar sind.	CHKL	2010
LULUCF	5.A.(b)	Überprüfung, ob Lücken in der Datenverfügbarkeit für Zeitreihe(n) ab 1990 vorliegen.	CHKL	2012
Energy	1.A.3.e.ii		CHKL	2011
Industrial Processes	2.A.5	Überprüfung, ob die Quellgruppe vollständig durch die Datenquelle abgedeckt wird und die Datenzuschnitte der EF und AR übereinstimmen.	CHKL	2012
Waste	6.A.1, 6.B.2		CHKL NIR	2011, 2012
Energy	1.A.3.a.ii, 1.A.3.b+c, 1.A.4.c.iii, 1.A.3.e.ii, 1.A.5.b		CHKL	2010, 2011, 2012
Industrial Processes	2.A.6, 2.C.1	Überprüfung, ob die Unsicherheiten ermittelt wurden und vollständig sind.	CHKL	2011, 2012
Waste	6.B.2		CHKL	2010, 2011, 2012
Energy	1.A.2.e, 1.A.2.f, 1.A.3.a.ii, 1.A.3.b+c+d.ii+e.ii, 1.A.4., 1.A.4.c.ii+iii, 1.A.5.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, 2011, 2012
Industrial Processes	2.C.1, 2.D.1+2		CHKL	2010, 2011
LULUCF	5, 5 (III), 5.B-F		CHKL	2008, 2010
Waste	6.A.1, 6.B.2, 6.D.(b)		CHKL	2010, 2011, 2012
Energy	1.A.1, 1.A.3.b		CHKL	2010, 2011, 2012
Industrial Processes	2.A.6, 2.C.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.	CHKL	2012
Agriculture	4, 4.A(b)+B(b), 4.D		CHKL, Sonstige	2008, 2010, 2011, 2012
LULUCF	5, 5 (III), 5.A.(f), 5.B-F		CHKL, Sonstige	2008, 2010, 2012
Waste	6.B.2		CHKL	2012
Energy	1, 1.A, 1.A.1+2, 1.A.3.b+e, 1.A.4, 1.A.4.c.ii+iii, 1.A.5.a, 1.B.1+2		CHKL, NIR	2010, 2011, 2012
Industrial Processes	2.A.1+2+4+6+7(a)	Überprüfung, ob die Anforderungen zum Abgleich und zur Verifizierung von Daten bzw. zugrunde liegender Annahmen erfüllt werden.	CHKL, NIR	2011, 2012
LULUCF	5.B-E		CHKL	2010, 2012
Waste	6.B.2		CHKL	2010, 2011, 2012
Alle	Alle		IRR, ARR	2006, 2010
Energy	1, 1.A, 1.A.1.b, 1.A.3.d, 1.B.1, 1.B.2.b		IRR, ARR	2006, 2009, 2010
Industrial Processes	2.A.2, 2.C.1	Überprüfung, ob die Hinweise aus den Inventarüberprüfungen und dem Inventarplan berücksichtigt werden konnten.	ARR	2010
Agriculture	4, 4.A+B		ARR, NIR	2008, 2010, 2012
LULUCF	5, 5.A.1		ARR, SL	2008, 2009, 2010
Waste	6.B.1+2		ARR, CHKL	2008, 2010, 2011, 2012

Hauptkategorie	Kategorie (CRF-Code)	Planung zur Inventarverbesserung / Handlungsbedarf	Quelle	Quellenbezug Berichtsjahr
Energy	1.A., 1.A.3.b, 1.A.4.c.ii	Überprüfung, ob die Anforderungen an die Datenkonsistenz erfüllt werden und die jeweiligen Unterlagen vollständig und nachvollziehbar sind.	ARR, CHKL	2008, 2011, 2012
Industrial Processes	2.A.6		CHKL	2010
Waste	6.B.2		CHKL	2011, 2012
Energy	1.A.3.e.ii	Überprüfung, ob die EF die Anforderungen an die Vollständigkeit erfüllen (ohne Fehlstellen, vollständig dokumentiert und plausibel).	CHKL	2011, 2012
Agriculture	4.B		NIR	2012
LULUCF	5.B-D		NIR	2011
Alle	Alle	Überprüfung, ob die AR die Anforderungen an die Vollständigkeit erfüllen (ohne Fehlstellen, vollständig dokumentiert und plausibel).	Sonstige	2008
Energy	1.A.3.a, 1.A.4		NIR, CHKL	2011, 2012
Industrial Processes	2.A.7.(a)		NIR	2011, 2012
Agriculture	4.A (b), 4.B, 4.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.	NIR	2011, 2012
LULUCF	5, 5.A-C		NIR	2011, 2012
Waste	6.A.1, 6.D.2		NIR	2011, 2012
Energy	1.A.2.f.(a+c+d), 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.	CHKL	2012
Industrial Processes	2.A.6		CHKL	2010
Waste	6.B.2		CHKL	2010, 2011, 2012
Energy	1.A.3.b+d, 1.A.3.e.ii, 1.A.4, 1.A.5.b, 1.B.1, 1.B.2.d	Handlungsbedarfe unterschiedlichen Inhalts.	CHKL NIR	2010, 2011, 2012
Industrial Processes	2.A.5, 2.C.1, 2.D.1		NIR	2011, 2012
Agriculture	4, 4.A+B+D		NIR	2011, 2012
LULUCF	5, 5.A	Überprüfung ob Zuständigkeiten aktualisiert werden müssen.	NIR	2011
Energy	1.B.1, 1.B.2.b		CHKL	2010, 2011, 2012
Industrial Processes	2.A.4.(b), 2.A.5+6, 2.B.5.(e), 2.B.5.GER.2		CHKL	2010, 2011, 2012
Solvent & Other	3.D.1+4	Initiierte Forschungsprojekte zur Inventarverbesserung.	CHKL	2010, 2011, 2012
Energy	1.A.1, 1.A.2.f, 1.A.3.c-e, 1.B.2, 1.C.1.b		NIR	2011, 2012
Industrial Processes	2.A.6		NIR	2011, 2012
Agriculture	4.B		NIR	2012
LULUCF	5.A-E		NIR	2011, 2012
Waste	6.A.1, 6.D.1		NIR	2011, 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. Wesentliche Ergebnisse des Experten-Workshops sind in Kapitel 19.5.5 dargestellt.

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 u.a. an die EU-Kommission, sowie an das IPCC weitergeleitet werden soll. Wichtige UNFCCC betreffende Aspekte, wurden aus Zeitgründen kurzfristig an das UNFCCC-Sekretariat weiter geleitet

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 hat 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 Nationalen Koordinierungsstelle 2008 einen Auftrag zur Erstellung eines juristischen

Gutachtens erteilt. Die Ergebnisse fließen 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. 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.

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 Unsicherheitenangaben 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 N_2O -Emissionsfaktoren werden höhere Unsicherheiten ausgewiesen, da die Emissionen von N_2O im Normalfall nicht überwacht werden. Gleiches gilt auch für die Emissionsfaktoren von CH_4 .
- 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 2010 beträgt 5,9 % (level) bzw. 6,3% (trend).

Gegenüber dem Vorjahr ist eine leichte Verringerung der Gesamtunsicherheit zu verzeichnen, die zu großen Teilen auf die Überarbeitung der Inventare der Lachgasemissionen aus landwirtschaftlichen Böden resultiert, die mit hohen Unsicherheiten verbunden sind. Weiterhin konnten in anderen Quellgruppen zum Teil höhere Default-Unsicherheiten durch neue Expertenschätzungen ersetzt werden.

Die Lachgasemissionen insgesamt haben an der Gesamtunsicherheit einen maßgeblichen Anteil, der merklich durch die Lachgasemissionen aus Landwirtschaftlichen Böden (4.D) bestimmt wird. Bedeutsame Beiträge zur Gesamtunsicherheit liefern ebenso die CO₂-Senken und –Quellen des Sektors LULUCF sowie die Methan-Emissionen aus der Nutztierhaltung (Fermentation bei der Verdauung 4.A).

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).

- Detaillierte Angaben zu den vorliegenden Unsicherheiten können dem Anhang 7 entnommen werden (siehe Kapitel 23).

1.7.2 KP-LULUCF-Inventar

Da es keine getrennten Inventare zur Berichterstattung der Quellgruppe 5.A unter UNFCCC und unter KP gibt, sind auch die Unsicherheiten gleich. Es gelten die Informationen des vorangegangenen Kapitels und der Quellgruppenkapitel (siehe Kapitel 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 340 und Tabelle 341) 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 getrennten Inventare zur Berichterstattung der Quellgruppe 5.A 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 Emissionen der Treibhausgase als CO₂-Äquivalente gegenüber der vorgenannten Bezugsgröße um 24,0 %.

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

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
Netto-CO ₂ -Emissionen/ -Einbindungen	1.014.192	903.574	864.834	881.490	886.282	864.814	862.545	801.257	835.991
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	1.042.161	931.040	891.624	865.959	871.041	849.040	846.526	784.297	818.962
CH ₄	5.100	4.344	3.497	2.647	2.503	2.404	2.412	2.312	2.271
N ₂ O	275	258	200	199	196	202	206	205	177
HFCs (CO ₂ -äqui.)	4.592	6.912	7.040	10.252	10.794	11.369	11.657	12.128	11.597
PFCs (CO ₂ -äqui.)	2.627	1.773	781	709	571	510	521	359	309
SF ₆ (CO ₂ -äqui.)	4.642	6.779	4.269	3.475	3.396	3.332	3.114	3.059	3.250
CO	12.368	6.556	4.804	3.651	3.571	3.473	3.387	3.002	3.322
NMVOG	3.127	1.805	1.390	1.143	1.131	1.069	1.015	929	1.051
NO _x	2.884	2.176	1.925	1.576	1.562	1.489	1.415	1.318	1.319
SO ₂	5.292	1.718	653	517	520	497	490	435	449

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 2009	Bezugsjahr bis 2010	gegenüber dem Vorjahr (2009 – 2010)
Netto-CO ₂ -Emissionen/ -Einbindungen	1990	-21,0	-17,6	+4,3
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	1990	-24,7	-21,4	+4,4
CH ₄	1990	-54,7	-55,5	-1,8
N ₂ O	1990	-25,3	-35,5	-13,6
HFCs (CO ₂ -äquivalent)	1995	+75,5	+67,8	-4,4
PFCs (CO ₂ -äquivalent)	1995	-79,7	-82,6	-14,2
SF ₆ (CO ₂ -äquivalent)	1995	-54,9	-52,1	+6,2
Gesamt-Emissionen gegen EU Lastenverteilung¹⁷	festgelegtes Basisjahr	-26,0	-24,0	+2,7
CO	1990	-75,7	-73,1	+10,7
NMVOG	1990	-70,3	-66,4	+13,2
NO _x	1990	-54,3	-54,2	+0,1
SO ₂	1990	-91,8	-91,5	+3,4

Alle detaillierten Tabellen zur Trenddiskussion finden sich im Anhangkapitel 22.3.

Trendverlauf unter Beachtung von Änderungen zum Vorjahr des Berichtszeitraumes

Gegenüber dem Vorjahr 2009 stiegen die Gesamtemissionen um 2,7 %. Dies resultierte aus einer Steigerung der CO₂-Emissionen sowie Minderungen der Freisetzungen von Methan, Lachgas und der F-Gase (insgesamt).

2.1 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs für aggregierte Treibhausgasemissionen

Bis zum Jahr 2010 konnte die Verpflichtung zur Minderung der Treibhausgasemissionen im Rahmen der EU-Lastenteilung mit einem Rückgang von 24,0 % auch im dritten Jahr der Verpflichtungsperiode erfüllt werden. Die einzelnen Treibhausgase trugen dabei in unterschiedlichem Maß zu dieser Entwicklung bei (siehe Tabelle 1). Bei den direkten Treibhausgasen konnten die Emissionen der mengenmäßig dominierenden Gase deutlich gemindert werden, am stärksten bei Methan. Die Hauptursachen für diese Entwicklungen sind im Folgenden benannt:

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

- 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.

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

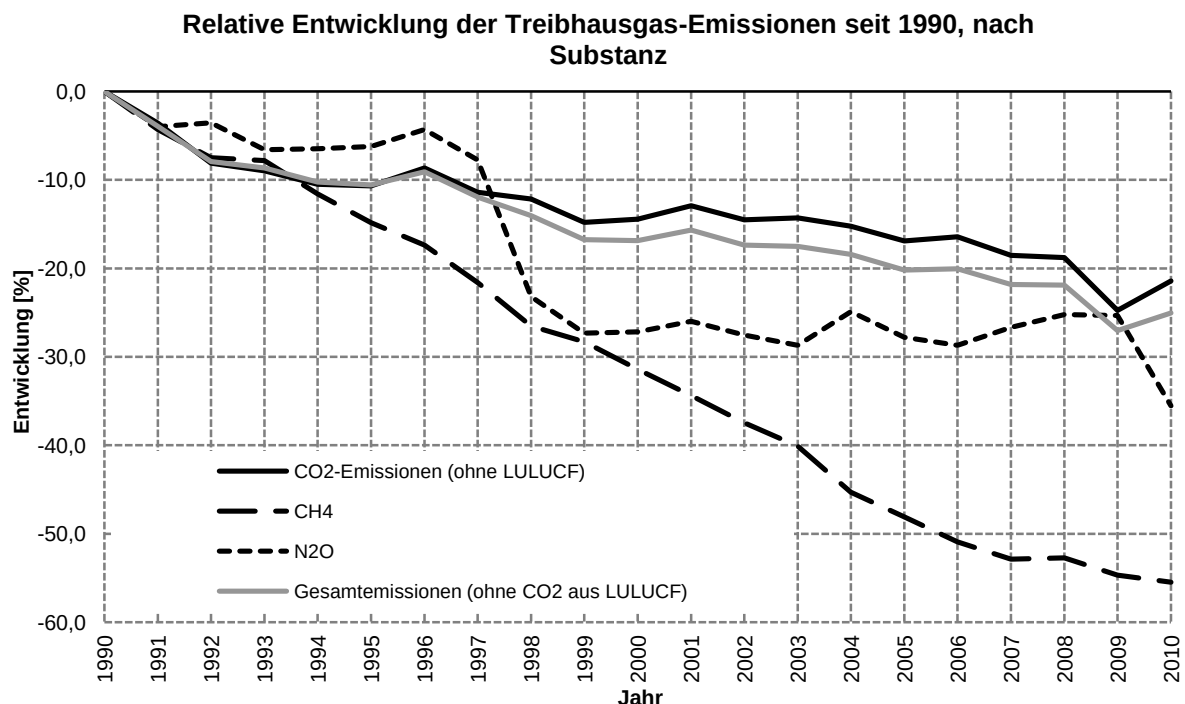


Abbildung 16: Relative Entwicklung der Treibhausgase gegenüber 1990

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 über 215 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 153 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 Dieserverbrauch überwiegen.

Trendverlauf unter Beachtung von Änderungen zum Vorjahr des Berichtszeitraumes

Gegenüber dem Vorjahr stiegen die Emissionen in allen wirtschaftlichen Sektoren konjunkturbedingt, was andere Einflüsse größtenteils überdeckt.

In den Haushalten stiegen die Emissionen gegenüber dem Vorjahr witterungsbedingt ebenfalls wieder an.

2.2.2 Lachgas (N₂O)

Die N₂O-Emissionen sanken seit 1990 um ca. 35,5 %. 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 Emissionen in fast allen Sektoren konjunkturbedingt. Nur in der chemischen Industrie sanken die Lachgasemissionen erheblich.

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 55,5 % 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 1,8 %. 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 2010 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 SF_6 -Emissionen sind auch in den letzten Jahren gesunken. Langfristig ist jedoch aufgrund der zunehmenden Entsorgung von Schallschutzscheiben mit stark steigenden Emissionen zu rechnen.

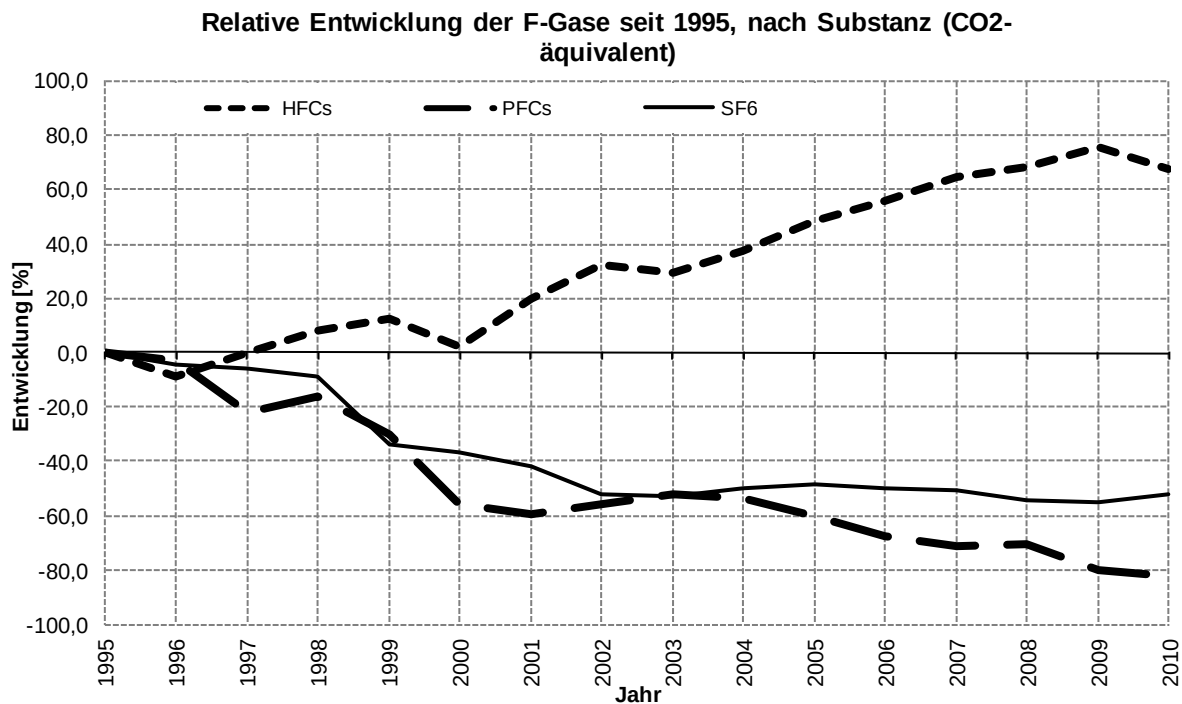


Abbildung 17: Relative Entwicklung der F-Gase gegenüber 1995

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 fast 23,4 % ab. Die darin enthaltenen Emissionen des Verkehrs sanken in diesem Zeitraum lediglich um etwas mehr als 6 % 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 Gaspodelungsanlagen bei der Kraftstoffverteilung aus.

In Tabelle 348 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 ab, wobei steigende Produktionszahlen insbesondere in der Eisen- und Stahlindustrie und in der chemischen Industrie die Emissionen gegenüber dem Vorjahr steigen lassen.

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 26,0 %, und im Vergleich zum Vorjahr eine weitere Minderung um 3,3 %. Der Rückgang gegenüber dem Vorjahr ist auf die o.g. Minderungen bei N₂O zurückzuführen, obwohl die deutlich gesteigerte Stahlproduktion wesentliche Steigerungen der Emission verursachte.

Lösemittel und andere Produktverwendung

Die Emissionen des Bereiches Lösemittel- und Produktverwendung sanken seit 1990 um 57,9 %. 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 44 %.

Landwirtschaft

Die Abnahme der landwirtschaftlichen Emissionen um 18,9 % seit 1990 geht im Wesentlichen auf eine Abnahme der Tierbestände, aber auch auf Reduktionen der Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden und Düngieranwendung 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 71,6 % 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 77 % 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
1. Energie	0,0	-11,5	-16,0	-19,0	-18,6	-20,8	-20,9	-26,2	-23,4
2. Industrieprozesse	0,0	2,7	-18,4	-14,6	-13,3	-10,5	-13,2	-20,6	-23,2
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	0,0	-20,6	-35,0	-54,2	-53,7	-56,5	-59,5	-63,7	-57,9
4. Landwirtschaft	0,0	-12,1	-11,2	-16,1	-17,7	-18,7	-15,3	-17,5	-18,9
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft									
CO ₂ (Netto-Senke)									
N ₂ O & CH ₄	0,0	-2,1	-1,6	-0,7	-0,3	-1,3	-0,9	-2,5	-5,3
6. Abfall	0,0	-7,6	-37,2	-59,2	-63,4	-66,8	-67,1	-69,8	-71,6

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

Die detaillierten Daten finden sich in Tabelle 349 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. 66 % und die von NO_x um ca. 54 % zurück.

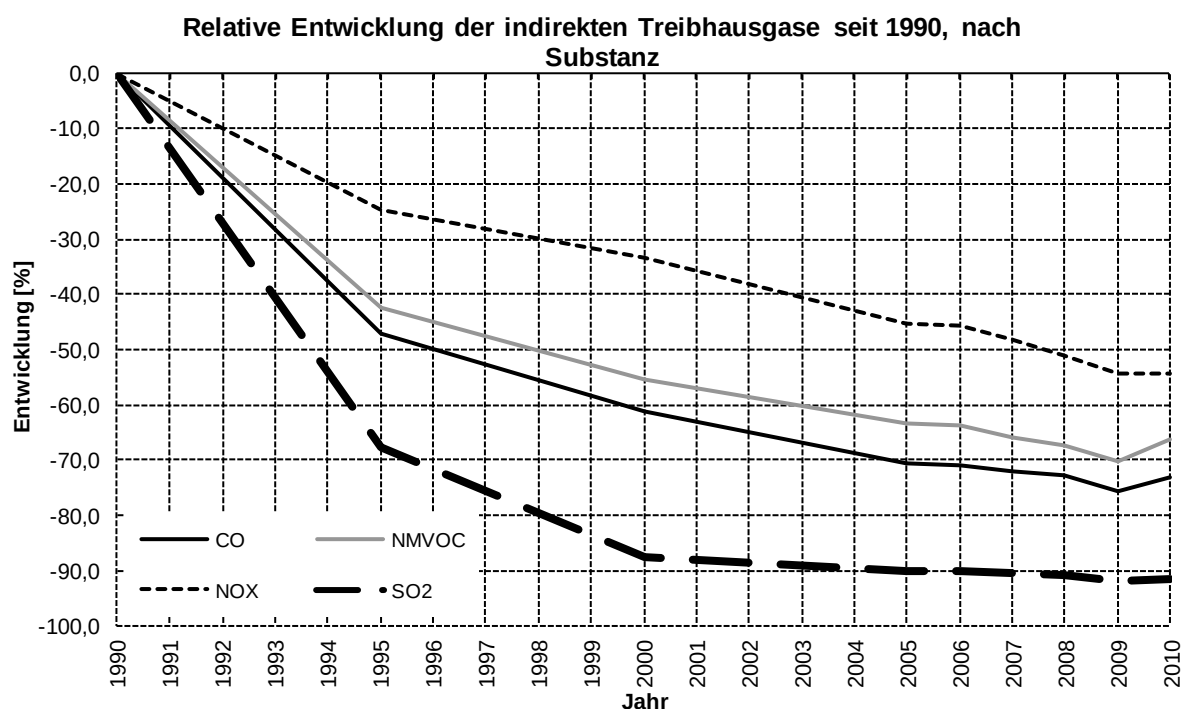
Die Emissionen von Schwefeldioxid, Stickstoffoxid, Kohlenmonoxid sind weit überwiegend durch stationäre und mobile verbrennungsbezogene Emissionen verursacht. Daneben treten bei den NMVOC-Emissionen noch die Emissionen aus der Anwendung von Lösemitteln mit in den Vordergrund.

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 Einbindungen von -5.824,26 Gg CO₂-äquivalent berichtet. Die Einbindung setzt sich zusammen aus der Einbindung durch Aufforstung und Wiederaufforstung von -5.944,55 Gg CO₂-äquivalent und aus Emissionen von Entwaldung von 120,29 Gg CO₂-äquivalent. Unter Entwaldung werden Emissionen von CO₂ mit 118,51 Gg CO₂ und von N₂O mit 1,78 Gg CO₂-äquivalent berichtet.

Unter Artikel 3.4 werden Einbindungen von -19.410,3 Gg CO₂-äquivalent berichtet. Die Einbindung setzt sich zusammen aus der Einbindung von -20.092,11 Gg CO₂-äquivalent und durch die Emission von 681,8 Gg CO₂-äquivalent. Unter Artikel 3.4 werden Einbindungen von CO₂ mit -19.479,24 Gg CO₂ und Emissionen von N₂O mit 65,74 Gg CO₂-äquivalent und CH₄ mit 3,2 Gg CO₂-äquivalent berichtet.

Tabelle 15: Emissionen von 2009 und 2010 für die KP-LULUCF-Aktivitäten Aufforstung und Entwaldung unter Artikel 3.3 und Waldbewirtschaftung unter Artikel 3.4.

Quellgruppe	Emission 2009 [Gg CO ₂ -äquivalent]	Emission 2010 [Gg CO ₂ -äquivalent]
KP 3.3 Afforestation/Reforestation	-5.897,210	-5.944,555
KP 3.3 Deforestation	105,864	120,295
KP 3.4 Forest Management	-19.407,839	-19.410,305

Für Aufforstungsflächen konnte eine Zunahme für die Einbindung von -47,34 Gg CO₂-äquivalent zwischen 2009 und 2010 ermittelt werden. Bei der Entwaldung ist ein leichter Anstieg der Emissionen um 14,43 Gg CO₂-äquivalent zu beobachten. Dagegen nimmt die

Einbindung bei der Waldbewirtschaftung zwischen 2009 und 2010 leicht zu. Die Zunahme beträgt -2,47 Gg CO₂-äquivalent (siehe Tabelle 15).

3 ENERGIE (CRF SEKTOR 1)

3.1 Übersicht (CRF Sektor 1)

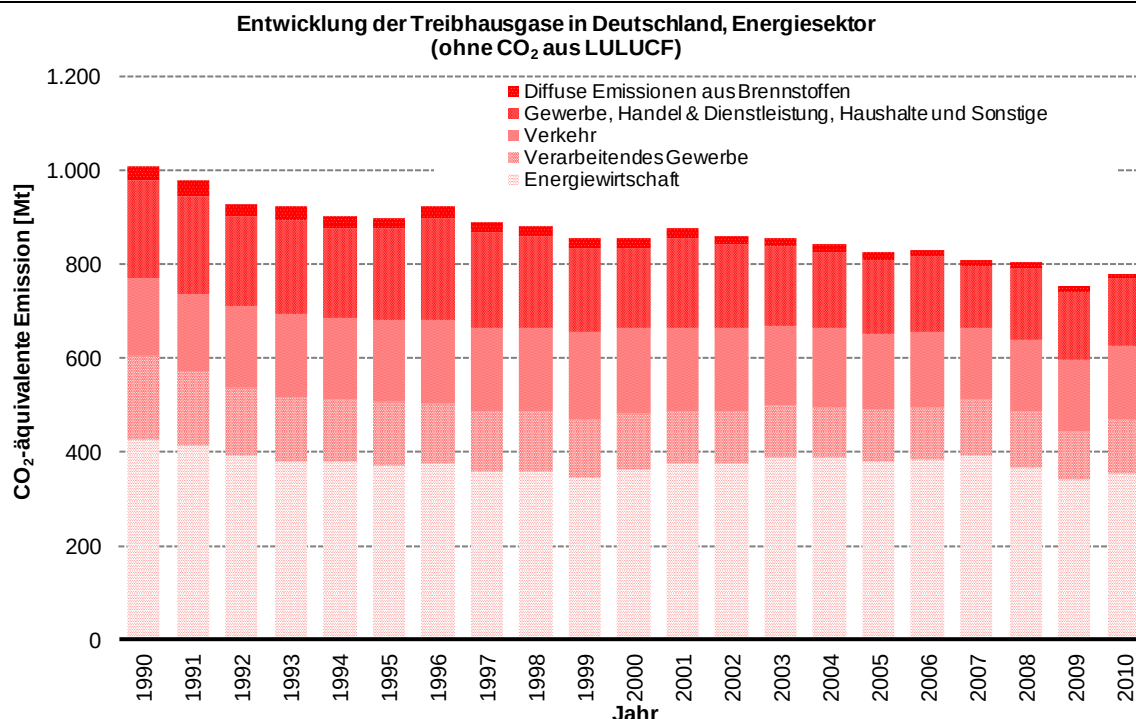


Abbildung 19: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 1

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 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.
6. **Sonstige Energieerzeuger** (Zeile 19) umfasst alle Anlagen, die aus fester Biomasse Strom erzeugen und diesen in das öffentliche Netz einspeisen.

B: Energieverbrauch im Umwandlungsbereich (Energiebilanzzeile 33 bis 39)

7. 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)

8. 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.
9. Die Angaben zum **Endenergieverbrauch der Haushalte** (Zeile 66 der Energiebilanz) beinhalten die Brennstoffeinsätze zur Wärmeerzeugung, das sind die Anwendungsbereiche Heizung, Warmwasserbereitung und Kochen.
10. 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, Kleinf Feuerungsanlagen, 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) • Mineralölraffinerien, • 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)

Abbildung 20 und die nachfolgenden Tabellen (Tabelle 16 bis Tabelle 22) zeigen die Merkmale der BEU-Struktur. Bei der weiteren Darstellung der Aktivitäten wird auf diese Grundstrukturen eingegangen. Zu diesen Angaben ist folgendes zu erläutern:

Die Zahl in der dritten Spalte ist die Zeilennummer der Energiebilanz, aus der die Basisdaten für die Berechnung in der Tabelle in der *Bilanz der Emissionsursachen* verwendet werden. Hinter der Spalte „SWK“ (S = Brennstoffeinsatz zur Stromerzeugung, W = Brennstoffeinsatz zur Wärmeerzeugung, K = Brennstoffeinsatz zur Krafterzeugung) verbirgt sich die Angabe des Verwendungszwecks. In der letzten Spalte wird über den Namen des Berechnungsverfahrens ein eindeutiger Bezug zur Datenbank des *Zentralen System Emissionen* (ZSE) hergestellt.

Für die Ermittlung der Aktivitätsraten aus der Müllverbrennung und Mitverbrennung von Abfall in Feuerungsanlagen in den Sektoren Öffentliche Strom- und Wärmeerzeugung (1.A.1) und verarbeitendes Gewerbe (1.A.2) waren bisher sowohl in der Energiestatistik als auch in der Energiebilanz deutlich geringere Abfallmengen bilanziert als in der Abfallstatistik des Statistischen Bundesamtes (STATISTISCHES BUNDESAMT, FS 19 Reihe 1). Demzufolge wurden die Aktivitätsraten bisher der Energiebilanz entnommen und um den Differenzbetrag zur Abfallstatistik ergänzt. Die erfassten Brennstoffmengen der Energiestatistik sind in den letzten Jahren aber stetig angestiegen. Grund dafür ist u.a., dass in den letzten Jahren immer mehr feste Biomasse (v.a. Alt- und Restholz) und aufbereitete Siedlungsabfälle zur Energieerzeugung eingesetzt werden.

Um alle Brennstoffmengen möglichst vollständig zu erfassen hat das UBA im Rahmen eines Eigenforschungsprojektes 2010/11 eine gründliche Untersuchung 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 die Brennstoffmengen der Energiestatistik insgesamt noch immer unter denen der Abfallstatistik liegen. Vor allem der Bereich der öffentlichen Energieversorgung wird in der Energiestatistik noch nicht vollständig abgebildet. Daher ist die Energiestatistik nicht für alle Sektoren gleichermaßen als Datengrundlage für das Treibhausgasinventar geeignet, was dazu führt, dass im Falle des Sektors „Öffentliche Energieversorgung“ auch weiterhin ergänzende Daten aus der Abfallstatistik genutzt werden.

Darüber hinaus werden für den Sektor verarbeitendes Gewerbe (1.A.2) für die Wirtschaftszweige Eisen und Stahl, Papier, Zement- und Kalkindustrie wie bisher Datenerhebungen zu Ersatzbrennstoffen verwendet, 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.

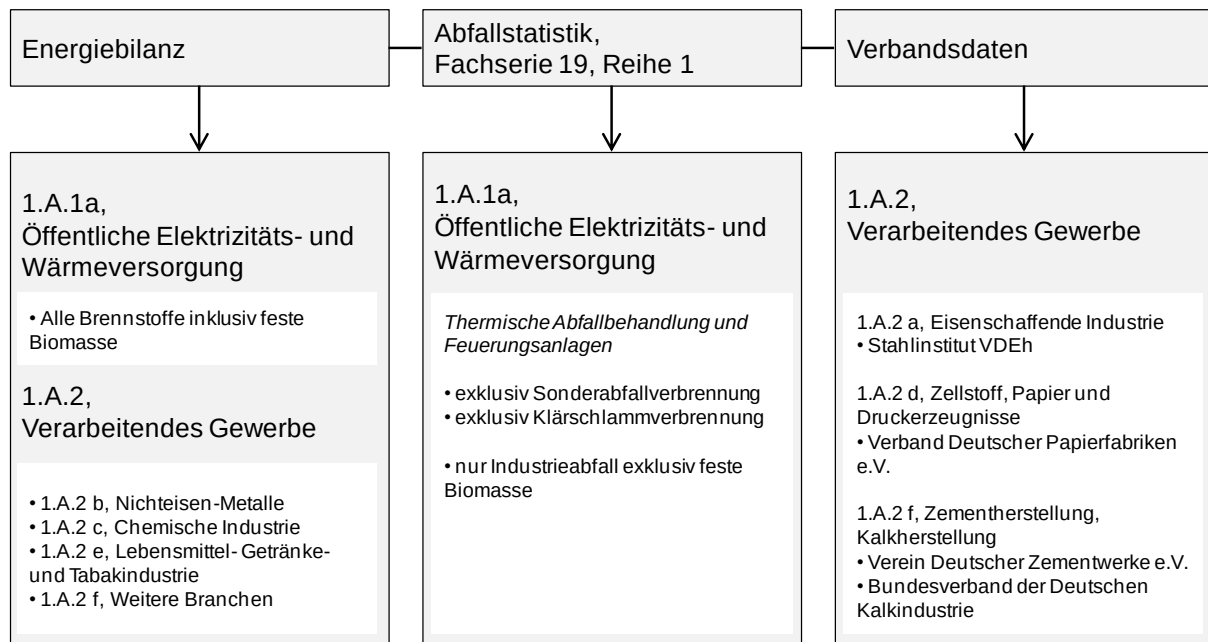


Abbildung 21: Schema der Datenquellen für den Brennstoffeinsatz von Abfällen zur energetischen Nutzung im Rahmen des Treibhausgas-Emissionsinventars

Tabelle 16: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen - Öffentliche Versorgung – Quellgruppe 1.A.1.a

Prozess, Brennstoff	EB-Zeile	Emissionsschutz- rechtliche Zuordnung	Anlagenart ¹⁾	Wirtschaftsbereich	SWK ²⁾
Öffentliche Versorgung					
Stromerzeugung in GFA der Öffentlichen Kraftwerke	11	13. BImSchV	DTKW	Öffentliche Versorgung	S
Stromerzeugung in MVA der Öffentlichen Kraftwerke	11	17. BImSchV	DTKW	Öffentliche Versorgung	S
Stromerzeugung in Gasturbinen (TA Luft) der Öffentlichen Kraftwerke	11	TA Luft	GTKW	Öffentliche Versorgung	S
Stromerzeugung in GuD-Anlagen (TA Luft) der Öffentlichen Kraftwerke	11	TA Luft	GuD	Öffentliche Versorgung	S
Stromerzeugung in GFA der Gasturbinen der Öffentlichen Kraftwerke	11	13. BImSchV	GTKW	Öffentliche Versorgung	S
Stromerzeugung in GFA der GuD-Anlagen der öffentlichen Kraftwerke	11	13. BImSchV	GuD	Öffentliche Versorgung	S
Stromerzeugung in Gasmotoren der Öffentlichen Kraftwerke	11	TA Luft	GMA	Öffentliche Versorgung	S
Stromerzeugung in Dieselmotoren der Öffentlichen Kraftwerke	11	TA Luft	DMA	Öffentliche Versorgung	S
Stromerzeugung in öffentlichen Biomassekraftwerken	11	17. BImSchV	DTKW	Öffentliche Versorgung	S
Mitverbrennung in öffentlichen Kraftwerken	11	17. BImSchV	DTKW	Öffentliche Versorgung	S
Einspeisung in das öffentliche Netz	14	TA Luft	GMA	Öffentliche Versorgung	S
Wärmeerzeugung in Dieselmotoren der öffentlichen Kraftwerke	15	TA Luft	DMA	Öffentliche Versorgung	W
Wärmeerzeugung in GFA der öffentlichen Kraftwerke	15	13. BImSchV	DTKW	Öffentliche Versorgung	W
Wärmeerzeugung in GFA öffentlicher Rohbraunkohlekraftwerke	15	13. BImSchV	DTKW	Öffentliche Versorgung	W
Wärmeerzeugung in MVA der öffentlichen Kraftwerke	15	17. BImSchV	DTKW	Öffentliche Versorgung	W
Wärmeerzeugung in Gasturbinen (TA Luft) der öffentlichen Kraftwerke	15	TA Luft	GTKW	Öffentliche Versorgung	W
Wärmeerzeugung in GuD-Anlagen (TA Luft) der öffentlichen Kraftwerke	15	TA Luft	GuD	Öffentliche Versorgung	W
Wärmeerzeugung in GFA der Gasturbinen der öffentlichen Kraftwerke	15	13. BImSchV	GTKW	Öffentliche Versorgung	W
Wärmeerzeugung in GFA der GuD-Anlagen der öffentlichen Kraftwerke	15	13. BImSchV	GuD	Öffentliche Versorgung	W
Wärmeerzeugung in Gasmotoren der öffentlichen Kraftwerke	15	TA Luft	GMA	Öffentliche Versorgung	W
Wärmeerzeugung in öffentlichen Biomassekraftwerken	15	17. BImSchV	DTKW	Öffentliche Versorgung	W
Mitverbrennung in öffentlichen Kraftwerken	15	17. BImSchV	DTKW	Öffentliche Versorgung	W
Wärmeerzeugung in Gasmotoren der öffentlichen Fernheizwerke	16	TA Luft	GMA	Öffentliche Versorgung	W
Wärmeerzeugung in GFA der öffentlichen Fernheizwerke	16	13. BImSchV	FHW	Öffentliche Versorgung	W
Wärmeerzeugung in MVA der öffentlichen Fernheizwerke	16	17. BImSchV	FHW	Öffentliche Versorgung	W
Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der öffentlichen Fernheizwerke	16	TA Luft	FHW	Öffentliche Versorgung	W
Wärmeerzeugung in öffentlichen Biomasseheizwerken	16	17. BImSchV	FHW	Öffentliche Versorgung	W
Mitverbrennung in öffentlichen Fernheizwerken	16	17. BImSchV	FHW	Öffentliche Versorgung	W
Einspeisung in das öffentliche Netz	19	TA Luft	DTKW	Öffentliche Versorgung	S

1) DTKW = Dampfturbinenkraftwerke, GTKW = Gasturbinenkraftwerke, GT = Gasturbinen, GuD = Gas- und Dampfturbinenkraftwerke, GMA = Gasmotoranlagen, DMA = Dieselmotoranlagen, FHW = Fernheizwerke, FA = Feuerungsanlagen, PF = Prozessfeuerungen

2) S = Stromerzeugung, W = Wärmeerzeugung, K = Krafterzeugung (Direktantrieb)

Tabelle 17: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – Raffinerien – Quellgruppe 1.A.1.b

Prozess, Brennstoff	EB-Zeile	Emissionsschutzrechtliche Zuordnung	Anlagenart ¹⁾	Wirtschaftsbereich	SWK ²⁾
Raffinerien					
Stromerzeugung in GFA der Raffineriekraftwerke	12	13. BImSchV	DTKW	Mineralölverarbeitung	S
Stromerzeugung in TA Luft-Anlagen der Raffineriekraftwerke	12	TA-Luft	DTKW	Mineralölverarbeitung	S
Stromerzeugung in Gasturbinen (TA Luft) der Raffineriekraftwerke	12	TA Luft	GTKW	Mineralölverarbeitung	S
Stromerzeugung in GFA der Gasturbinen der Raffineriekraftwerke	12	13. BImSchV	GTKW	Mineralölverarbeitung	S
Wärmeerzeugung in GFA der Raffineriekraftwerke	40	13. BImSchV	DTKW	Mineralölverarbeitung	W
Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der Raffineriekraftwerke	40	TA-Luft	DTKW	Mineralölverarbeitung	W
Wärmeerzeugung in Gasturbinen (TA Luft) der Raffineriekraftwerke	40	TA Luft	GTKW	Mineralölverarbeitung	W
Wärmeerzeugung in GFA der Gasturbinen der Raffineriekraftwerke	40	13. BImSchV	GTKW	Mineralölverarbeitung	W
Wärmeerzeugung in Dieselmotoren der Raffineriekraftwerke	40	TA Luft	DMA	Mineralölverarbeitung	W
Raffinerie-Unterfeuerungen (GFA)	40	13. BImSchV	PF	Mineralölverarbeitung	W
Raffinerie--Unterfeuerungen (TA Luft-Anlagen)	40	TA Luft	PF	Mineralölverarbeitung	W

1) DTKW = Dampfturbinenkraftwerke, GTKW = Gasturbinenkraftwerke, GT = Gasturbinen, GuD = Gas- und Dampfturbinenkraftwerke, GMA = Gasmotoranlagen, DMA = Dieselmotoranlagen, FHW = Fernheizwerke, FA = Feuerungsanlagen, PF = Prozessfeuerungen

2) S = Stromerzeugung, W = Wärmeerzeugung, K = Krafterzeugung (Direktantrieb)

Tabelle 18: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – Kohlenbergbau und übriger Umwandlungsbereich – Quellgruppe 1.A.1.c

Prozess, Brennstoff	EB-Zeile	Emissionsschutz-rechtliche Zuordnung	Anlagenart ¹⁾	Wirtschaftsbereich	SWK ²⁾
Kohlenbergbau					
Stromerzeugung in GFA der Kraftwerke des Steinkohlenbergbaus	12	13. BImSchV	DTKW	Kohlebergbau	S
Stromerzeugung in TA-Luftanlagen der Kraftwerke des Steinkohlenbergbaus	12	TA Luft	DTKW	Kohlebergbau	S
Stromerzeugung in GFA der Grubenkraftwerke	12	13. BImSchV	DTKW	Übriger Kohlebergbau	S
Stromerzeugung in Gasmotoren der Zechen- und Grubenkraftwerke	12	TA Luft	GMA	Kohlebergbau	S
Mitverbrennung in Grubenkraftwerken	12	17. BImSchV	DTKW	Übriger Kohlebergbau	S
Wärmeerzeugung in GFA der Grubenkraftwerke	40	13. BImSchV	DTKW	Übriger Kohlebergbau	W
Wärmeerzeugung in GFA der Kraftwerke des Steinkohlenbergbaus	40	13. BImSchV	DTKW	Kohlebergbau	W
Wärmeerzeugung in Gasmotoren der Kraftwerke des Steinkohlenbergbaus	40	TA Luft	GMA	Kohlebergbau	w
Direktantrieb durch Dieselmotoren der Zechen- und Grubenkraftwerke	40	TA Luft	DMKW	Kohlebergbau	K
Mitverbrennung in Grubenkraftwerken	40	17. BImSchV	DTKW	Übriger Kohlebergbau	W
Herstellung von Steinkohlenkoks	40	TA Luft	PF	Kohlebergbau/ Eisenschaffende Industrie	W
übriger Umwandlungsbereich					
Wärmeerzeugung in Dieselmotoren des übrigen Umwandlungsbereiches	40	TA Luft	DMA	Sonstige Energieerzeuger	W
Wärmeerzeugung in Gasmotoren des übrigen Umwandlungsbereiches	40	TA Luft	GMA	Sonstige Energieerzeuger	W
Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen (Industrie-Kessel) des übr. Umwandlungsbereiches	40	TA Luft	FA	Sonstige Energieerzeuger	W
Eigenverbrauch der Klärwerke	40	TA Luft	GMA	Sonstige Energieerzeuger	W

- 1) DTKW = Dampfturbinenkraftwerke, GTKW = Gasturbinenkraftwerke, GT = Gasturbinen, GuD = Gas- und Dampfturbinenkraftwerke, GMA = Gasmotoranlagen, DMA = Dieselmotoranlagen, FHW = Fernheizwerke, FA = Feuerungsanlagen, PF = Prozessfeuerungen
- 2) S = Stromerzeugung, W = Wärmeerzeugung, K = Kraftherzeugung (Direktantrieb)

Tabelle 19: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – Quellgruppen 1.A.2.a - f

Prozess, Brennstoff	EB-Zeile	Emissionsschutzrechtliche Zuordnung	Anlagenart ¹⁾	Wirtschaftsbereich	SWK ²⁾
Weitere BEU-Strukturelemente					
Gasturbinen (TA Luft) in Erdgasverdichterstationen	40	TA Luft	GT	Gaswirtschaft	K
Quellgruppe 1.A.2.a					
Herstellung von Roheisen	60	TA Luft	Hochofen	Eisenschaffende Industrie	W
Herstellung von Sinter	60	TA Luft	Sinteranlagen	Eisenschaffende Industrie	W
Herstellung von Walzstahl (Prozessfeuerung)	60	TA Luft	Erzeugung von Walzstahl	Stahlerzeugung	W
Herstellung von Eisen-, Stahl- und Temperguss (Prozessfeuerung)	60	TA Luft	Gießereien	Gießereiindustrie	W
Herstellung von Elektro Stahl	60	TA Luft	Lichtbogenofen	Stahlerzeugung	W
Quellgruppe 1.A.2.b					
Herstellung von Nichteisen-Schwermetalle (Prozessfeuerung)	60	TA Luft	NE-Metallgießereien	NE-Metallerzeugung	W
Quellgruppe 1.A.2.d					
Stromerzeugung in GFA der Kraftwerke der Zellstoff- und Papierindustrie	12	13. BImSchV	DTKW	Zellstoff- und Papierindustrie	S
Wärmeerzeugung in GFA der Kraftwerke der Zellstoff- und Papierindustrie	60	13. BImSchV	DTKW	Zellstoff- und Papierindustrie	W
Quellgruppe 1.A.2.e					
Herstellung von Zucker (Prozessfeuerung)	60	TA Luft	Zuckerraffinerie	Zuckerherstellung	W
Quellgruppe 1.A.2.f					
Herstellung von Kalk (Prozessfeuerung)	60	TA Luft	Kalkbrennofen	Kalkerzeugung	W
Herstellung von Zementklinker (Prozessfeuerung)	60	TA Luft	Zementöfen	Zementherstellung	W
Herstellung von Glas (Prozessfeuerung)	60	TA Luft	Glasschmelzofen	Glaserstellung	W
Herstellung von keramischen Erzeugnissen (Prozessfeuerung)	60	TA Luft	Brennofen	Ziegelherstellung	W
übrige Prozessfeuerungen	60	TA Luft	Prozessfeuerung	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	W

1) GT = Gasturbinen, DTKW = Dampfturbinenkraftwerk

2) S = Stromerzeugung, W = Wärmeerzeugung, K = Kraftherzeugung (Direktantrieb)

Tabelle 20: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen - Sonstige Industriekraftwerke und Industriekessel – Quellgruppe 1.A.2.f sonstige

Prozess, Brennstoff	EB-Zeile	Emissionsschutz-rechtliche Zuordnung	Anlagenart ¹⁾	Wirtschaftsbereich	SWK ²⁾
Sonstige Industriekraftwerke					
Stromerzeugung in GFA der DB-Kraftwerke	12	13. BImSchV	DTKW	Deutsche Bahn AG	S
Stromerzeugung in GFA der übrigen Industriekraftwerke	12	13. BImSchV	DTKW	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe (ohne VAW)	S
Stromerzeugung in MVA der übrigen Industriekraftwerke	12	17. BImSchV	DTKW	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	S
Stromerzeugung in TA Luft-Anlagen der übrigen Industriekraftwerke	12	TA Luft	DTKW	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	S
Stromerzeugung in Gasturbinen (TA Luft) der übrigen Industriekraftwerke	12	TA Luft	GTKW	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	S
Stromerzeugung in GFA der Gasturbinen der übrigen Industriekraftwerke	12	13. BImSchV	GTKW	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	S
Stromerzeugung in GuD-Anlagen (TA-Luft-Anlagen) der übrigen Industriekraftwerke	12	TA-Luft	GuDKW	Übriger Bergbau und verarb. Gewerbe	S
Stromerzeugung in GuD-Anlagen (GFA) der übrigen Industriekraftwerke	12	13. BImSchV	GuDKW	Übriger Bergbau und verarb. Gewerbe	S
Stromerzeugung in Gasmotoren der übrigen Industriekraftwerke	12	TA Luft	GMA	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	S
Stromerzeugung in Dieselmotoren der übrigen Industriekraftwerke	12	TA Luft	DMA	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	S
Sonderabfallverbrennung		17. BImSchV	FA	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	S
Wärmeerzeugung in Dieselmotoren des verarb. Gewerbes und übr. Bergbaus	60	TA Luft	DMA	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	W
Wärmeerzeugung in GFA der IKW des verarb. Gewerbes und übr. Bergbaus	60	13. BImSchV	DTKW	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	W
Wärmeerzeugung in MVA der IKW des verarb. Gewerbes und übr. Bergbaus	60	17. BImSchV	DTKW	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	W
Wärmeerzeugung in TA Luft-Anl. der IKW des verarb. Gewerbes und übr. Bergbaus	60	TA Luft	DTKW	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	W
Wärmeerzeugung in Gasturbinen (TA Luft) der IKW des verarb. Gewerbes und übr. Bergbaus	60	TA Luft	GTKW	Übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe	W
Wärmeerzeugung in GFA Gasturbinen der IKW des verarb. Gewerbes und übrigen Bergbaus	60	13. BImSchV	GTKW	Übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe	W
Wärmeerzeugung in GuD-Anlagen (TA Luft) der IKW des verarb. Gewerbes und übrigen Bergbaus	60	TA Luft	GuDKW	Übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe	W
Wärmeerzeugung der GFA der GuD-Anlagen der IKW des verarb. Gewerbes und übr. Bergbaus	60	13. BImSchV	GuDKW	Übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe	W
Wärmeerzeugung in GFA (Industrie-Kessel) des verarb. Gewerbes und übr. Bergbaus	60	13. BImSchV	FA	Übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe	W
Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen (Industrie-Kessel) des verarb. Gewerbes und übr. Bergbaus	60	TA Luft	FA	Übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe	W
Wärmeerzeugung in Gasmotoren der IKW des verarb. Gewerbes und übr. Bergbaus	60	TA Luft	GMA	Übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe	W

- 1) DTKW = Dampfturbinenkraftwerke, GTKW = Gasturbinenkraftwerke, GT = Gasturbinen, GuD = Gas- und Dampfturbinenkraftwerke, GMA = Gasmotoranlagen, DMA = Dieselmotoranlagen, FHW = Fernheizwerke, FA = Feuerungsanlagen, PF = Prozessfeuerungen
- 2) S = Stromerzeugung, W = Wärmeerzeugung, K = Kraftherzeugung (Direktantrieb)

Tabelle 21: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – bereits ins ZSE integrierte Strukturelemente – Quellgruppen 1.A.4 und 1.A.5.a

Prozess, Brennstoff	EB-Zeile	Emissionsschutzrechtliche Zuordnung	Anlagenart ¹⁾	Wirtschaftsbereich	SWK ²⁾
Quellgruppe 1.A.4.a					
Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der übrigen Kleinverbraucher	67	TA Luft	Warmwasserkessel	Kleinverbrauch	W
Wärmeerzeugung in KFA der übrigen Kleinverbraucher	67	1. BImSchV	Warmwasserkessel	Kleinverbrauch	W
Quellgruppe 1.A.4.b					
Wärmeerzeugung in KFA der Haushalte	66	1. BImSchV	Wärmeerzeuger	Haushalte	W
Haushalte mobile Quellen	66		Antrieb		
Quellgruppe 1.A.4.c					
Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der Landwirtschaft und Gärtnereien	67	TA Luft	Dampf-/Warmwasserkessel	Landwirtschaft	W
Wärmeerzeugung in KFA der Landwirtschaft und Gärtnereien	67	1. BImSchV	Dampf-/Warmwassererzeuger	Landwirtschaft	W
Quellgruppe 1.A.5.a					
Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der militärischen Dienststellen	67	TA Luft	Warmwasserkessel	Militärische Dienststellen	W
Wärmeerzeugung in KFA der militärischen Dienststellen	67	1. BImSchV	Warmwasserkessel	Militärische Dienststellen	W

Tabelle 22: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – Erdgasverdichterstationen – Quellgruppe: 1.A.3.e

Prozess, Brennstoff	EB-Zeile	Emissionsschutzrechtliche Zuordnung	Anlagenart ¹⁾	Wirtschaftsbereich	SWK ²⁾
Gasturbinen (TA Luft) der Erdgasverdichterstationen	40	TA Luft	GTr	Gaswirtschaft	K
GFA der Gasturbinen in Erdgasverdichterstationen	40	TA Luft	GT	Gaswirtschaft	K

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 Emittenten 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 den Ergebnissen des *Sectoral Approach* (sektoraler Ansatz) gegenübergestellt werden.

Das Referenzverfahren wurde für alle Jahre ab 1990 durchgeführt. Als Basis dienen dabei jeweils die Angaben der bis zum Jahr 2009 veröffentlichten Nationalen Energiebilanzen zum Primärenergieverbrauch. Für das Jahr 2010 ist derzeit nur eine vorläufige Bilanz verfügbar.

Die Ergebnisse des Referenzverfahrens sind in Tabelle 23 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 0,2 %. Die Einzelabweichungen variieren dabei im Bereich von -0,9 % (2009) bis +1,4 % (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 2007 verglichen. Für 2008 sind diese Vergleichsdaten überwiegend noch nicht veröffentlicht.

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 der Tabelle 23 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))	0,4 %
• IEA (Referenzverfahren: IEA (RA))	1,4 %
• nationales Referenzverfahren (UBA (RA))	0,2 %
• Ergebnisse der Bundesländer ¹⁹	1,0%

¹⁹ Abweichung gegenüber UBA (CRF 1.A) inkl. CO₂ aus internationalem Flugverkehr (CRF 1.C.1.a); wegen abweichender Datenverfügbarkeit gemittelt für Zeitraum 1990-2008 (siehe folgende Tabelle)

Tabelle 23: Vergleich der CO₂-Inventare mit anderen unabhängigen nationalen und internationalen Ergebnissen

Ergebnisse [Mio. t], Abweichungen [%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
IEA Statistiken – Sectoral Approach – IEA (SA)	950,4	925,7	887,7	881,3	870,1	869,4	898,2	867,5	860,7	828,8
<i>IEA (SA) gegen UBA (CRF 1.A)</i>	-2,8	-2,0	-1,2	-1,0	-0,1	-0,1	0,7	0,7	0,7	0,0
IEA Statistiken – Reference Approach – IEA (RA)	971,7	940,7	901,5	888,0	877,0	877,5	903,2	877,8	872,4	837,1
<i>IEA (RA) gegen UBA (CRF 1.A)</i>	-0,6	-0,4	0,3	-0,2	0,7	0,9	1,2	1,9	2,1	1,0
<i>IEA (RA) gegen UBA (RA)</i>	-0,3	0,0	0,4	-0,4	0,4	1,3	1,4	1,7	1,8	0,7
UBA – Reference Approach – UBA (RA)	974,3	940,8	897,5	891,9	873,5	865,9	890,9	863,1	856,8	831,5
<i>UBA (RA) gegen UBA (CRF 1.A)</i>	-0,4	-0,4	-0,1	0,2	0,3	-0,5	-0,2	0,2	0,3	0,4
UBA – Sectoral Approach – UBA (CRF 1.A)	977,7	944,4	898,3	889,8	871,1	869,9	892,4	861,3	854,5	828,5
Ergebnisse der Bundesländer (Energie)	981,7	963,2	917,1	912,5	890,5	893,7	914,6	890,5	887,7	861,7
<i>Bundesländer (Energie) gegen UBA (1.A + 1.C.1.a)</i>	-0,8	0,7	0,6	1,0	0,5	1,0	0,7	1,4	1,8	1,7
UBA (CRF 1.A) + Internat. Luftverkehr (CRF 1.C.1.a)	989,7	956,4	911,4	903,8	885,8	885,1	908,4	877,8	871,6	846,9
Ergebnisse [Mio. t], Abweichungen [%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
IEA Statistiken – Sectoral Approach – IEA (SA)	827,1	845,4	832,9	842,1	843,4	811,8	823,9	800,1	804,1	750,2
<i>IEA (SA) gegen UBA (CRF 1.A)</i>	-0,1	-0,5	-0,3	1,2	2,9	0,9	1,9	1,7	2,3	2,2
IEA Statistiken – Reference Approach – IEA (RA)	843,9	872,4	846,6	849,0	843,5	820,1	821,3	804,1	802,5	755,1
<i>IEA (RA) gegen UBA (CRF 1.A)</i>	1,9	2,7	1,3	2,0	2,9	2,0	1,6	2,2	2,1	2,9
<i>IEA (RA) gegen UBA (RA)</i>	1,5	2,1	0,8	0,6	1,9	0,9	0,2	2,2	3,0	3,9
UBA – Reference Approach – UBA (RA)	831,6	854,1	839,8	844,0	828,0	812,5	819,4	786,5	779,5	727,1
<i>UBA (RA) gegen UBA (CRF 1.A)</i>	0,5	0,5	0,5	1,4	1,0	1,0	1,4	-0,1	-0,9	-0,9
UBA – Sectoral Approach – UBA (CRF 1.A)	827,8	849,7	835,4	832,1	819,4	804,2	808,3	787,0	786,3	733,7
Ergebnisse der Bundesländer (Energie)	863,1	887,6	864,5	859,6	847,4	835,7	841,6	818,7	818,7	NA
<i>Bundesländer (Energie) gegen UBA (1.A + 1.C.1.a)</i>	1,9	2,2	1,2	1,0	0,8	1,0	1,1	0,8	0,8	NA
UBA (CRF 1.A) + Internat. Luftverkehr (CRF 1.C.1.a)	847,4	868,8	854,4	851,5	840,6	827,3	832,6	812,2	812,2	811,8

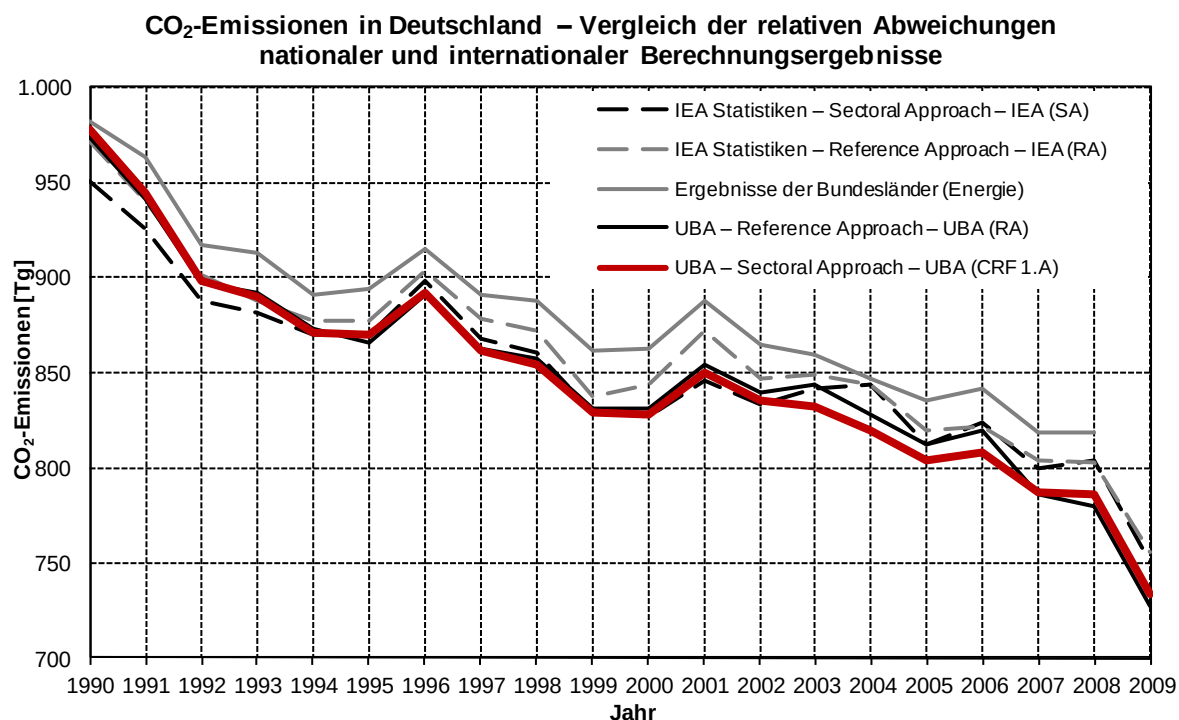


Abbildung 22: CO₂-Emissionen in Deutschland – Vergleich nationaler und internationaler Berechnungsergebnisse

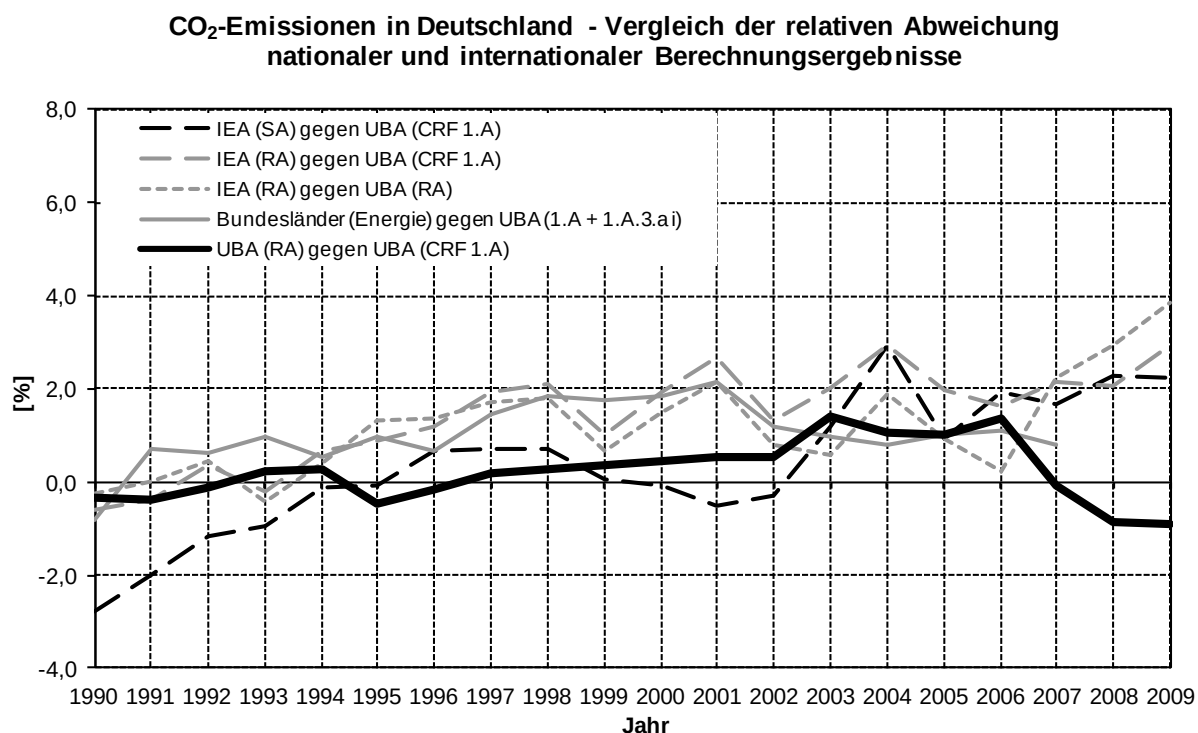


Abbildung 23: CO₂-Emissionen in Deutschland – Vergleich der relativen Abweichungen nationaler und internationaler Berechnungsergebnisse

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, 2011). 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 nichtsdestotrotz die nach der nationalen detaillierten Methode ermittelten Daten: Die mittlere Abweichung für aktuell 20 Jahre liegt bei 0,4 %, die Einzelabweichungen variieren im Bereich von -2,8 bis 2,9 %.

Die Ergebnisse des von IEA durchgeführten Referenzverfahrens weichen vom in Deutschland durchgeführten Referenzverfahren im Mittel der 20 Jahre um 1,2 % 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 erschwert, dass die verfügbaren Informationen für die einzelnen Bundesländer nicht immer in vollständigen Zeitreihen vorliegen. Die Schließung bestehender Fehlstellen erfolgte durch Interpolation. Da aktuell sind nur für wenige Bundesländer Daten für 2009 verfügbar sind; wird der Vergleich auf den Zeitraum 1990 bis 2008 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 Brennstoffe durchgeführt wird. Aus diesem Grund muss der Vergleich der Ergebnisse der Bundesländer mit den für die Bundesergebnisse ermittelten energiebedingten (1.A) und nachrichtlich berichteten Emissionen des internationalen Luftverkehrs erfolgen. Dieser veränderte Vergleich erfolgt in diesem Jahr erstmalig und stellt eine Verbesserung gegenüber früheren Analysen dar.

Tabelle 24: 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
Länder insgesamt	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	869.890	892.374	861.303	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
Summe 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
Abweichung (Gg)	-8.037	6.895	5.671	8.684	4.716	8.570	6.262	12.689	16.102	14.764
Abweichung (%)	-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
	[Gg CO ₂]								
Baden-Württemberg	74.940	80.108	76.549	75.598	74.768	77.222	78.283	70.952	72.593
Bayern	88.705	90.377	84.578	83.783	83.190	80.541	81.879	74.972	80.430
Berlin	23.661	24.068	21.281	21.249	20.184	19.998	19.915	17.466	18.604
Brandenburg	60.564	60.928	61.537	57.910	58.882	59.910	58.273	58.173	56.587
Bremen	14.079	14.137	14.031	14.667	13.057	12.222	12.704	13.645	13.056
Hamburg	13.073	12.784	12.495	12.328	11.589	11.343	11.451	10.940	10.891
Hessen	56.011	57.817	54.897	55.528	54.787	54.441	53.170	50.916	52.159
Mecklenburg-Vorpommern	10.256	10.718	10.908	10.451	10.961	10.511	11.080	10.081	10.867
Niedersachsen	74.228	73.145	72.061	71.040	70.019	70.158	70.298	69.898	69.402
Nordrhein-Westfalen	293.987	299.969	295.293	295.885	291.555	282.533	287.140	289.557	286.158
Rheinland-Pfalz	28.853	29.574	27.793	26.787	26.432	26.399	27.110	25.596	27.453
Saarland	23.459	23.260	22.964	23.278	23.917	24.799	23.577	25.714	22.961
Sachsen	41.552	48.842	49.038	49.625	48.476	47.019	48.295	46.854	46.927
Sachsen-Anhalt	26.301	26.840	27.518	28.171	27.145	27.846	27.821	26.477	26.973
Schleswig-Holstein	21.378	22.737	21.455	21.401	20.592	19.356	19.339	17.032	18.688
Thüringen	12.059	12.339	12.066	11.924	11.812	11.450	11.283	10.422	10.911
Länder insgesamt	863.106	887.643	864.465	859.625	847.366	835.749	841.617	818.694	824.661
Sektoraler Ansatz UBA (CRF 1.A)	827.825	849.669	835.355	832.122	819.398	804.244	808.343	786.995	786.310
internationaler Luftverkehr (CRF 1.C.1.a)	19.529	19.101	19.001	19.357	21.170	23.088	24.236	25.207	25.503
Summe CRF 1.A + CRF 1.C.1.a *)	847.354	868.771	854.356	851.479	840.568	827.332	832.578	812.202	811.813
Abweichung (Gg)	15.752	18.872	10.109	8.146	6.798	8.417	9.039	6.492	12.848
Abweichung (%)	1,9	2,2	1,2	1,0	0,8	1,0	1,1	0,8	1,6

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

Anm.: Zahlen in kursiv 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 19 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 intensiv mit den Vertretern des Länderarbeitskreises Energiebilanzen diskutiert und hinsichtlich weiterer Verbesserungsmöglichkeiten geprüft. Gegenwärtig bestehen keine weiteren konkreten Verbesserungspläne.

Die CO₂-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.

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.

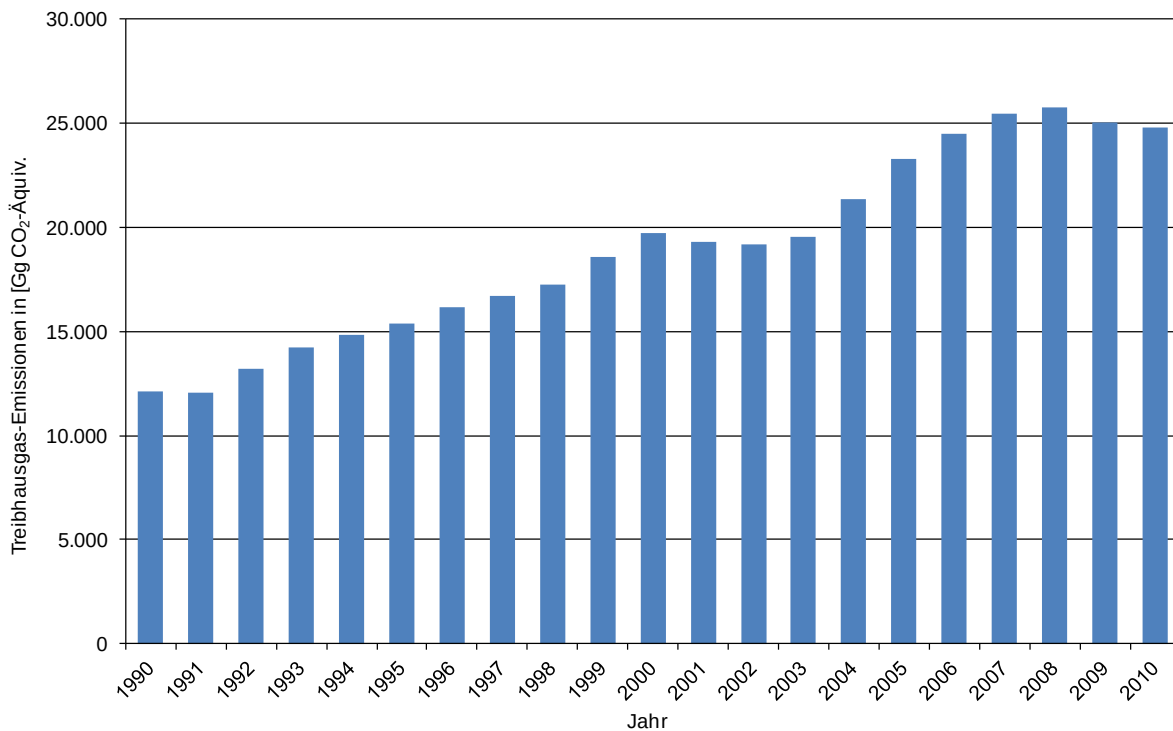


Abbildung 24: Entwicklung der Treibhausgasemissionen des von Deutschland abgehenden internationalen Flugverkehrs 1990 - 2010

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 Kerosinverbräuchen des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) ausgewiesenen Kerosinverbräuchen (AGEB, 2011; BAFA, 2011) stellen sich wie folgt dar:

Tabelle 25: Entwicklung des internationalen Anteils am Gesamt-Kerosinverbrauch

Jahr	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Anteil in [%]	84,9	89,2	89,7	91,7	91,6	91,9	92,0	92,3	92,6

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 2011 erfolgten zum einen weitestgehend aufgrund einer Korrektur des für die Jahre 2008 und 2009 erfassten inländischen Kerosinabsatzes an die zivile Luftfahrt.

Tabelle 26: Revision des inländischen Kerosinabsatzes an die zivile Luftfahrt 2008 und 2009

	Einheit	2007	2008	2009
Submission 2012		374.428	378.346	367.234
Submission 2011	[TJ]	374.428	380.114	368.951
Differenz absolut		0,0	-1.768	-1.717
Differenz relativ	[%]	0,00	-0,47	-0,47

Gleichzeitig erfolgte eine Revision des von Eurocontrol gelieferten Schlüssels zur Aufteilung des Gesamt-Kerosinverbrauchs auf innerdeutsche und internationale Flüge ab dem Jahr 2007.

Tabelle 27: Revision des Anteils des internationalen Flugverkehrs am inländischen Kerosinabsatz 2007-2009

	Einheit	2006	2007	2008	2009
Submission 2012		91,6	91,9	92,0	92,3
Submission 2011	[1]	91,6	91,8	92,1	92,3
Differenz absolut		0,00	0,09	-0,09	-0,05
Differenz relativ	[%]	0,00	0,09	-0,10	-0,06

Daraus ergeben sich folgende Änderungen an den hier verwendeten Aktivitätsdaten:

Tabelle 28: Neuberechnung des Kerosinverbrauchs des internationalen Flugverkehrs 2007-2009

	Einheit	2006	2007	2008	2009
Submission 2012		330.822	344.088	348.121	338.933
Submission 2011	[TJ]	330.822	343.770	350.086	340.707
Differenz absolut		0	318	-1.965	-1.774
Differenz relativ	[%]	0,00	0,09	-0,56	-0,52

Darüber hinaus wurde auch die Menge der mitverbrannten Schmierstoffe für 2007 und 2008 leicht revidiert.

Tabelle 29: Revision der Menge mitverbrannter Schmierstoffe 2007-2009

	Einheit	2006	2007	2008	2009
Submission 2012		10,95	10,37	8,00	6,74
Submission 2011	[TJ]	10,95	10,36	8,01	6,74
Differenz absolut		0,00	0,01	-0,01	0,00
Differenz relativ	[%]	0,00	0,10	-0,12	0,00

Aus den beschriebenen Änderungen an Eingangsdaten ergeben sich gegenüber der Submission 2011 folgende Neuberechnungen der berichteten Treibhausgas-Emissionen:

Tabelle 30: resultierende Neuberechnung der THG-Emissionen des internationalen Flugverkehrs für die Jahre 2007 bis 2009

	Einheit	2006	2007	2008	2009
Submission 2012	[Gg	24.474	25.455	25.753	25.073
Submission 2011	CO ₂ -	24.474	25.432	25.899	25.205
Differenz absolut	Äquiv.]	0	23	-146	-132
Differenz relativ	[%]	0,00	0,09	-0,56	-0,52

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 - 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.

Der Schwerölverbrauch nimmt seit 1984 als Folge hoher Mineralölpreise für Dieselmotoren und dem zunehmenden Einsatz schwerölfähiger Dieselmotoren in der Seeschifffahrt zu.

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

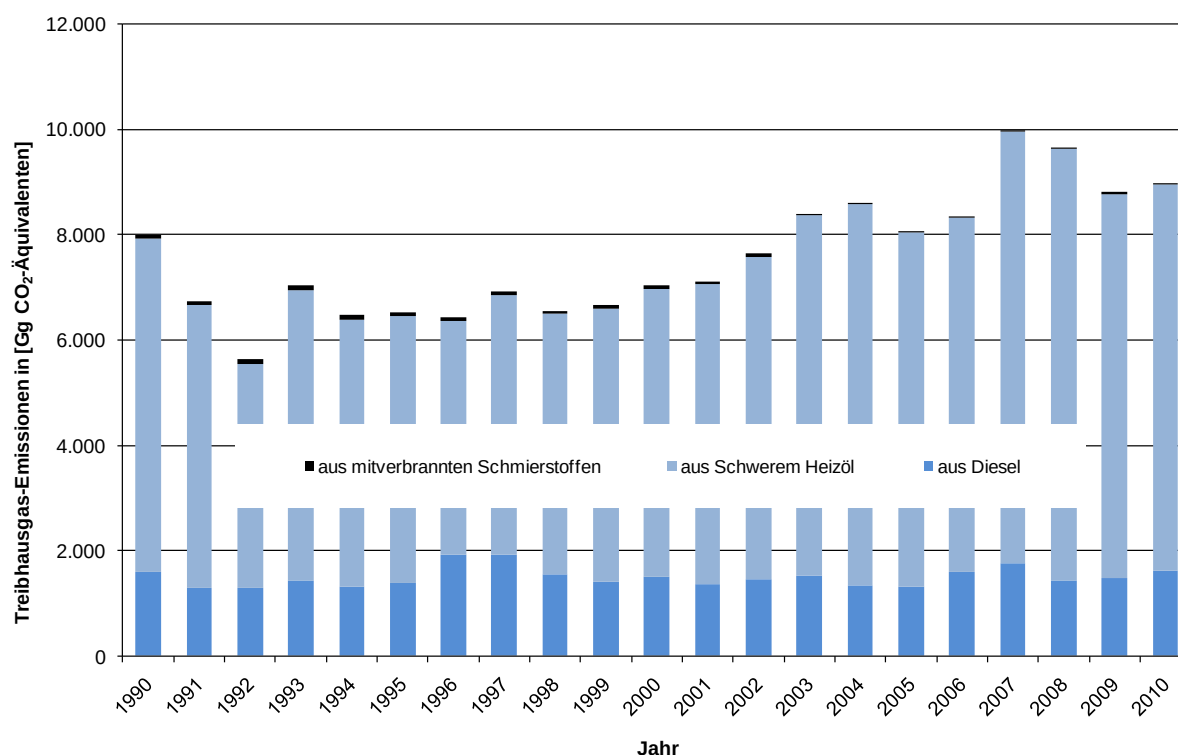


Abbildung 25: Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Internationalen Seeverkehrs 1990 - 2010

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

Deutschland berichtet gemäß der Tier 1-Methode, das heißt, die Emissionen werden als Produkt aus den verbrauchten 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, 2011). Ursache für deren separate Ausweisung ist die abweichende Besteuerung der in den Häfen verkauften Kraftstoffmengen.

Tabelle 31: 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, kann auf die „Amtlichen Mineralölstatistiken für die Bundesrepublik Deutschland“ des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zurückgegriffen werden (BAFA, 2001: hier Tabelle 6j, Spalte: „Bunker int. Schifffahrt“), die in die Nationalen Energiebilanzen einfließen.

Beginnend mit der Resubmission 2010 wird von diesen statistisch erfassten Mengen 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 32: jährliche Bunkermengen (in TJ) des von D ausgehenden internationalen Seeverkehrs

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Schweröl ^{1,2)}	80.230	64.382	69.578	85.370	85.277	104.066	103.830	92.614	93.058
Diesel ^{1,3)}	23.336	20.426	21.542	18.636	22.376	24.441	20.300	20.748	22.483
an 1.A.4.c iii ⁴⁾	1.928	1.928	1.509	1.098	988	988	988	878	878
an 1.C.1.b ⁵⁾	21.408	18.498	20.033	17.538	21.388	23.453	19.312	19.870	21.605

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

²⁾ Schweröl: zu 100% dem internationalen Seeverkehr zugeordnet

³⁾ Dieseldieselkraftstoff: 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

Seit der Berichterstattung 2011 werden auch die Mengen mitverbrannter Schmierstoffe und die daraus resultierenden CO₂-Emissionen erfasst und berichtet. Angaben zum jährlichen Einsatz von Schmierstoffen werden dabei den oben genannten „Amtlichen Mineralölstatistiken für die Bundesrepublik Deutschland“ entnommen und über einen Heizwert von 40 GJ/t in TJ umgerechnet. Die Inlandsablieferungen schwanken dabei über die Jahre unabhängig vom Kraftstoffeinsatz stark (siehe Tabelle 33).

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

Tabelle 33: jährlich durch den von D ausgehenden internationalen Seeverkehr mitverbrannte Schmierstoffe (in TJ)

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

¹⁾ jährliche Inlandsablieferungen laut BAFA

²⁾ konservative Annahme: 50% mitverbrannt

Bezüglich der CO₂-**Emissionsfaktoren** für Dieseldieselkraftstoff (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 sind 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 ±5 % angegeben. Für die Emissionsfaktoren für Methan und Lachgas werden dagegen Default-Unsicherheiten des IPCC genutzt.

3.2.2.3.4 *Quellenspezifische 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 quellenspezifische 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 weitere nationaler wie internationaler Quellen (z.B. EU-ETS) nicht durchgeführt werden.

3.2.2.3.5 *Quellenspezifische Rückrechnung (1.C.1.b)*

Gegenüber den mit der Submission 2011 übermittelten Daten erfolgten nur marginale Rückrechnungen aufgrund korrigierter Aktivitätsdaten für das Jahr 2009.

Tabelle 34: Einfluss der vorgenommenen Rückrechnungen auf die Höhe der für den Sektor berichteten Gesamt-Treibhausgasemissionen

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Submission 2011	[Gg	7.993	6.538	7.043	8.047	8.326	9.952	9.637	8.823	-
Submission 2012	CO ₂ -	7.993	6.538	7.043	8.047	8.326	9.952	9.637	8.809	8.970
Δ absolut	Äq.]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-14,1	-
Δ relativ	[%]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	-

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

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.

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		2010		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
all fuels	CO ₂	L	T/T2	339.017,9	(27,74%)	315.557,5	(33,09%)	-6,92%
all fuels	N ₂ O	L	-/T2	3.610,0	(0,30%)	3.498,9	(0,37%)	-3,08%
all fuels	CH ₄	-	T/T2	185,8	(0,02%)	1.684,0	(0,18%)	806,50%

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

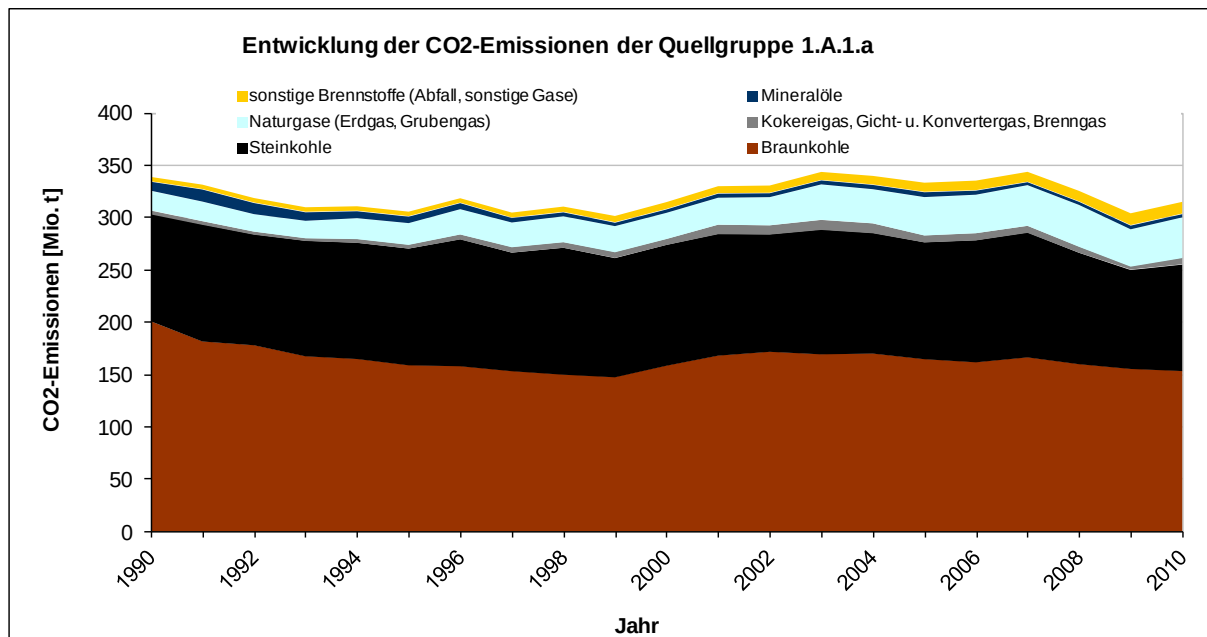
Die Quellgruppe der *Öffentlichen Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung* ist für CO₂-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend, für N₂O nur nach dem Level und für CH₄ nur nach dem Trend.

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 2010 eine Netto-Engpassleistung von ca. 103 GW installiert. Davon wurden ca. 70 GW mit fossilen Energieträgern oder deren Umwandlungsprodukten betrieben. Alle fossil betriebenen Anlagen zusammen erzeugten ca. 300 TWh elektrische Arbeit. Das entspricht ca. 64 % der gesamten öffentlichen Stromerzeugung (ca. 469 TWh). Dabei entfiel allein auf die Brennstoffe Braun- und Steinkohle die Erzeugung von ca. 231 TWh Strom.

Heizkraftwerke trugen im Jahr 2010 zur öffentlichen Versorgung mit einer Nettostromerzeugung von etwa 53 TWh und einer Nettowärmeerzeugung von 101 TWh bei. Ergänzt wird die Fernwärmeversorgung durch ungekoppelte Wärmeerzeugung aus Heizwerken, die meist im Spitzenlastbetrieb betrieben werden, in Höhe von 17 TWh. (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2010a).

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 braunkohlebefeuerteter 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.

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 Wärmerzeugung in Müllverbrennungsanlagen der öffentlichen Kraftwerke, sowie der Wärmeerzeugung in Müllverbrennungsanlagen der öffentlichen Fernheizwerke waren bisher sowohl in der Energiestatistik als auch in der Energiebilanz deutlich geringere Abfallmengen bilanziert als in der Abfallstatistik des Statistischen Bundesamtes (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, FS 19 Reihe 1). Obwohl die Brennstoffmengen der Energiestatistik in den letzten Jahren stetig anstiegen, kann auch weiterhin nicht auf Zusatzdaten aus der Abfallstatistik verzichtet werden.

In den letzten Jahren hat sich die Datenlage der Energiestatistik deutlich verbessert. Differenzierten 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. Der fossile und biogene Anteil von Hausmüll/Siedlungsabfall wird seit dem NIR 2006 im Verhältnis 1:1 separat ausgewiesen. Diese Annahme konnte mit der Veröffentlichung des Forschungsvorhabens Förderkennzeichen 3707 33 303, „Nutzung der Potenziale des biogenen Anteils im Abfall zur Energieerzeugung“ (UBA, 2011) bestätigt werden.

Die bisherigen Annahmen zum biogenen Anteil von Klärschlamm wurden beibehalten.

Die Daten für den Industriemüll werden nicht aus der Energiestatistik, sondern aus der Fachserie 19 Reihe 1 verwendet, weil die Abfallstatistik einzelne Abfallschlüssel ausweist, die klar definiert sind und eine qualitative Analyse ermöglichen. Der fossile Anteil wurde bisher mit 100 % angegeben. Dieses Verhältnis wurde nun anhand des Abfallschlüssels neu bewertet.

In Abbildung 27 sind alle relevanten Datenquellen für den Brennstoffeinsatz von Abfall in der Öffentlichen Energieversorgung schematisch dargestellt.

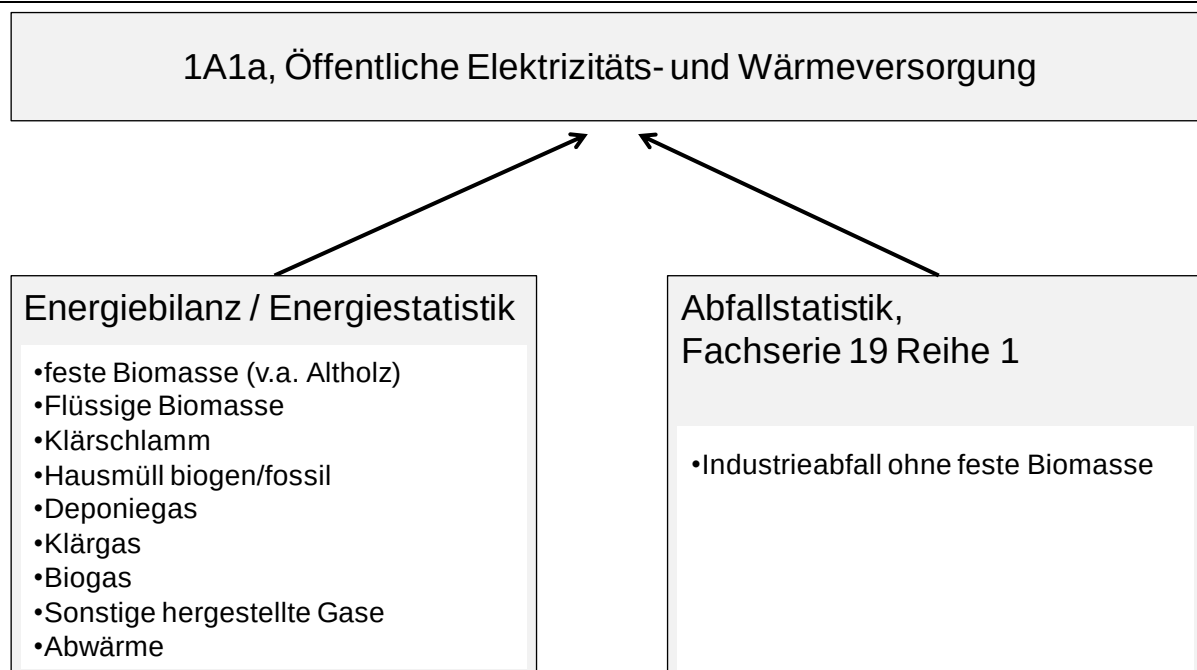


Abbildung 27: Datenquellen für den Brennstoffeinsatz in Müllverbrennungsanlagen und Feuerungsanlagen der öffentlichen Energieversorgung

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 35: 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									
6,356									

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 haben wir bereits eine größere Anzahl von Zeitreihen - vorwiegend im Bereich von Kohle einsetzenden Anlagen - für die Emissionsfaktoren von SO₂, NO_x und Quecksilber aktualisiert. Die Aktualisierung von weiteren Emissionsfaktoren-Zeitreihen werden wir im Zuge künftiger Inventarberichte vornehmen und berichten.

Erstmalig 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 bisher angenommenen 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.

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. Daher lagen ausreichend Messdaten vor, die eine systematische Erhebung von N₂O-Emissionsfaktoren im Forschungsvorhaben ermöglichten. Die in dem Forschungsvorhaben ermittelten technologischen Emissionsfaktoren sind für Großfeuerungsanlagen in Tabelle 36 zusammengestellt. Auf ihrer Grundlage wurden die quellgruppenspezifischen Emissionsfaktoren für das ZSE berechnet.

Tabelle 36: Technologische Emissionsfaktoren für Lachgas aus GFA

Brennstoff / Feuerungstechnologie	N ₂ O-Emissionsfaktor (1995 - 2010) [kg/TJ]
Steinkohle / Wirbelschicht	20
Steinkohle / andere Feuerungen	4
Braunkohle / Wirbelschicht	8
Braunkohle / trockene Staubfeuerungen in den neuen Bundesländern	3,2
Braunkohle / andere Feuerungen	3,5
Flüssige Brennstoffe	1
Gasförmige Brennstoffe	0,5

Für Anlagen < 50 MW FWL dienten die in Tabelle 37 niedergelegten Daten aus dem Forschungsvorhaben RENTZ et al (2002) als Grundlage. In eckigen Klammern ist der Median angegeben.

Tabelle 37: Technologische Emissionsfaktoren für Lachgas aus Anlagen < 50 MW FWL

Brennstoff		Technologie	Leistung	Länder	N ₂ O-E-Faktor / Median [kg/TJ]	
Steinkohle		Rostfeuerung	< 5 MW	/	2,5	- 5,2 [3,9]
			≥ 5 MW	ABL	2,5	- 5,2 [3,9]
			≥ 5 MW	NBL	2,5	- 5,2 [3,9]
		Füllschachtfeuerung	< 5 MW	ABL	2,5	- 5,2 [3,9]
			< 5 MW	NBL	2,5	- 5,2 [3,9]
			≥ 5 MW	/	2,5	- 5,2 [3,9]
		Wirbelschicht- feuerung	< 5 MW	/	25	- 40 [36]
			≥ 5 MW	/	2	- 170 [47]
Braunkohle	-Staub	Staubfeuerung	≥ 5 MW	NBL	[3,2]	
	-Brikett	k. B.	< 5 MW	NBL	0,4	- 3,7 [2,1]
	Roh-	k. B.	< 5 MW	NBL	0,4	- 3,7 [2,1]
			≥ 5 MW	ABL	0,4	- 3,7 [2,1]
			≥ 5 MW	NBL	0,4	- 3,7 [2,1]
			Wirbelschichtfeuerung		≥ 5 MW	/
	schweres Heizöl		k. B.	/	ABL	2
			/	NBL	2	- 4 [3]
leichtes Heizöl		k. B.	≥ 20 MW	/	0,6	- 1,5 [1,1]
Erdgas		k. B.	≥ 10 MW	/	0,3	- 1,5 [0,9]

k. B. keine Berücksichtigung

ABL Alte Bundesländer

NBL Neue Bundesländer

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

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 18.5 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 und im Anhang 3, Kapitel 19.1.2.1 erläuterten DFIU-Forschungsvorhabens 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 aus dem Forschungsvorhaben (RENTZ et al, 2002) sind in den Excel-Tabellen für den Transfer der Emissionsfaktoren in die ZSE-Datenbank des Umweltbundesamtes enthalten; für die Kraftwerke sind sie darüber hinaus im Abschlussbericht dargestellt. Die große Mehrzahl der Werte für die relative Unsicherheit liegt im Bereich zwischen 0,6 und 0,9. Im Zuge einer durch den Forschungsnehmer vorgenommenen Expertenschätzung nach Tier 1 IPCC-GPG (2000: Kapitel 6), wurde 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) eine obere Grenze von +/- 50 % angegeben (Anmerkung: bei Angabe von +/- -Bereichen ist der Wert durch 2 zu teilen, vergleiche IPCC-GPG (2000: Kapitel 6, S. 6.14); dabei wird - in Übereinstimmung mit der gewählten Rechenmethode - von einer uniformen Verteilung der Unsicherheiten ausgegangen).

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 wird - ebenso wie bei N₂O - von einer uniformen Verteilung der Unsicherheiten ausgegangen.

3.2.6.3.4 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren

Die Emissionsfaktoren für N₂O wurden im Rahmen des o.g. Forschungsvorhabens (RENTZ et al 2002) für den Zeitpunkt 1995 (Bezugsjahr) ermittelt und auf dieser Grundlage für die Jahre 2000 und 2010 fortgeschrieben. Danach ergeben sich in der Zeit von 1995 bis 2010 bei den meisten dieser Emissionsfaktoren keine Veränderungen. Lediglich beim Einsatz von Gasturbinen (Erdgas, leichtes Heizöl) wurde eine leichte Abnahme bei den N₂O-Emissionsfaktoren prognostiziert. Dies ist auf eine Erhöhung der mittleren Gasturbineneintrittstemperaturen bei neueren Anlagen zurückzuführen, die zur Erzielung eines höheren Wirkungsgrades notwendig sind. Auf die Höhe der N₂O-Gesamtemissionen im betrachteten CRF-Bereich haben diese Änderungen jedoch keinen signifikanten Einfluss.

Die Zeitreihen für N₂O zwischen 1995 und 2010 wurden vor diesem Hintergrund geprüft und insgesamt als konsistent bewertet. Die Zeitreihen der CH₄-Emissionsfaktoren für die Jahre 1995 bis 2010 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 Methanschlupf 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 Quellspezifische 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). 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 eines Forschungsvorhabens (RENTZ et al, 2002) sind in der Methodikbeschreibung im Anhang 3, Kapitel 19.1.2.1 (hinter Abbildung 80) dargestellt. Ihre Ergebnisse wurden im NIR 2005 berichtet.

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

Für die Quellgruppe 1.A.1.a ergeben sich ab dem Jahr 2003 Rückrechnungen aufgrund der Überarbeitung des Abfallmodells.

Außerdem wurden die vorläufigen Werte für das Jahr 2009 durch die nun vorliegenden endgültigen Statistiken ersetzt, was ebenfalls zu Rückrechnungen führte.

Tabelle 38: Quellspezifische Rückrechnungen CRF 1.A.1.a

Einheit [Gg] Jahr	NIR 2011 gesamt	NIR 2012 gesamt	Abweichung absolut					Abweichung relativ gesamt
			gas	liquid	other	solid	gesamt	
2003	343.694	344.348	0	0	654	0	654	0,19%
2004	338.530	340.557	0	0	2.028	0	2.028	0,60%
2005	331.997	334.035	0	0	2.038	0	2.038	0,61%
2006	334.038	335.958	0	0	1.920	0	1.920	0,57%
2007	342.526	344.300	0	0	1.774	0	1.774	0,52%
2008	324.997	326.016	0	0	1.047	-29	1.019	0,31%
2009	305.235	304.603	-1.732	-181	774	507	-632	-0,21%

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

Nach Abschluss des Ende 2008 gestarteten Forschungsvorhabens (FICHTNER et al. 2011) wurden die Emissionsfaktoren für NO_x und SO₂ aktualisiert. Die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für CH₄ und N₂O ist in Arbeit.

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)

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		2010		Trend
				Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
all fuels	CO ₂	L	T/T2	20.005,9	(1,64%)	19.857,2	(2,08%)	-0,74%
all fuels	N ₂ O	-	-	121,9	(0,01%)	61,1	(0,01%)	-49,86%
all fuels	CH ₄	-	-	13,3	(0,00%)	6,8	(0,00%)	-48,78%

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.

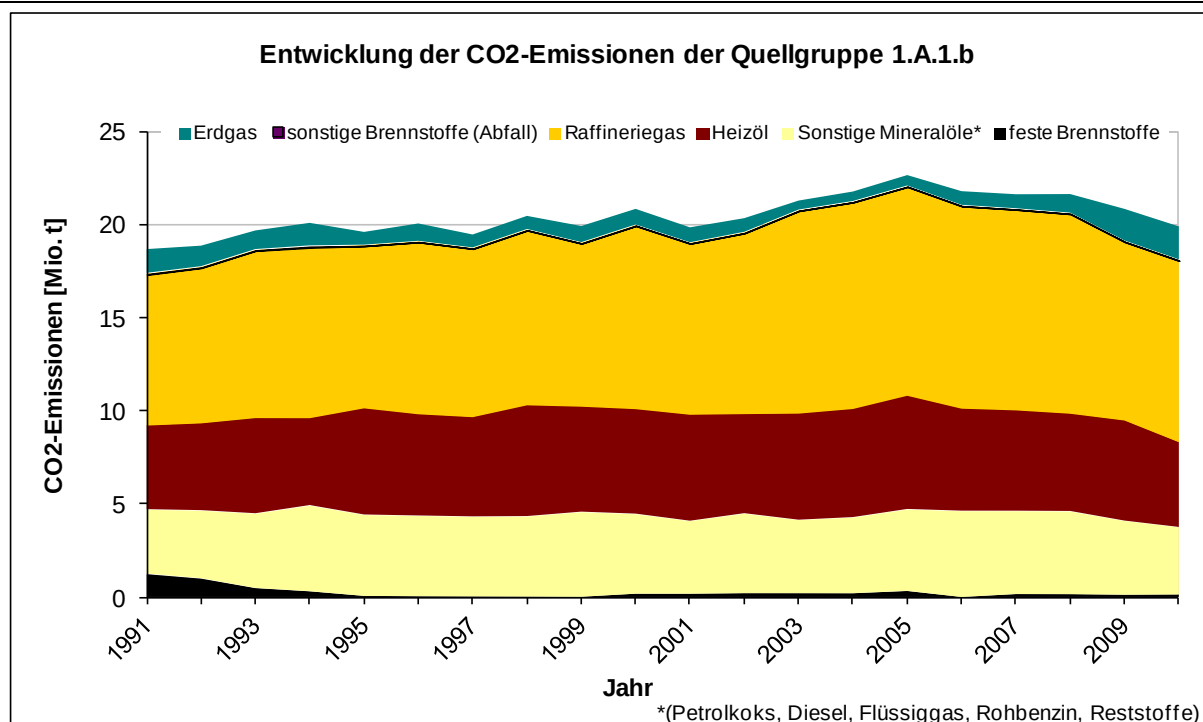
Die oben angegebenen Werte gelten für Raffineriekraftwerke (Teil der Quellgruppe 1.A.1.b).

Die Rohöldestillationskapazität der deutschen Mineralölraffinerien betrug im Jahr 2010 rund 117,6 Mt. In diesem Zeitraum wurden 95 Mt Rohöl und 12 Mt Zwischenprodukte zur Weiterverarbeitung eingesetzt. Die Erzeugung an Mineralölprodukten betrug insgesamt 133,2Mt, davon entfielen ca. 60,8 Mt auf Kraftstoffe, ca. 28,7 Mt auf Heizöle, ca. 15,5 Mt auf Naphtha und ca. 28,7 Mt auf andere Produkte. (MWV, 2011, Tab PRE1.1, Tab 4, Tab 5j).

Die Raffinerien betreiben Kraftwerke mit einer elektrischen Leistung von etwa 1,2 GW. Diese Kraftwerke erzeugten im Jahr 2009 6,5 TWh elektrische Arbeit und koppelten Prozesswärme zu Produktionszwecken aus. (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2010c).

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:

Abbildung 28: 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 104,9 Mio. t Mineralölprodukte in 2010, 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. Eine deutsche Raffinerie stellte bereits 2010 ihren Betrieb ein. Dadurch kam es auch im Jahr 2010 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 dem Forschungsvorhaben RENTZ et al. (2002) 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 Werte für die relative Unsicherheit liegen im Bereich von etwa 0,6. Des Weiteren gelten die Ausführungen aus Kapitel 3.2.6.3.2 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)

Rückrechnungen ergaben sich ab dem Jahr 2003 für Andere Mineralölprodukte aufgrund einer Modellanpassung. Im Jahr 2009 führt das Ersetzen vorläufiger Werte durch die Originalstatistik zu folgenden Rückrechnungen.

Das führte zu folgenden Veränderungen:

Tabelle 39: Rückrechnungen in CRF 1.A.1.b

Einheit [Gg]	NIR 2011	NIR 2012	Abweichung absolut				Abweichung relativ
			gas	liquid	solid	gesamt	
Jahr	gesamt	gesamt					gesamt
2003	21.221	21.238	0	17	0	17	0,08%
2004	21.667	21.721	0	54	0	54	0,25%
2005	22.580	22.599	0	19	0	19	0,08%
2006	21.723	21.740	0	17	0	17	0,08%
2007	21.574	21.575	0	1	0	1	0,00%
2008	21.572	21.585	0	13	0	13	0,06%
2009	20.270	20.793	794	-253	-19	523	2,58%

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

Derzeit sind für die **Aktivitätsdaten** keine Verbesserungen geplant.

Nach Abschluss des Ende 2008 gestarteten Forschungsvorhabens (FICHTNER et al. 2011) wurden die **Emissionsfaktoren** für NO_x und SO₂ aktualisiert. Die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für CH₄ und N₂O ist in Arbeit.

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		2010		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
all fuels	CO ₂	L	T/T2	64.393,8	(5,27%)	13.645,8	(1,43%)	-78,81%
all fuels	N ₂ O	-	-	684,2	(0,06%)	176,4	(0,02%)	-74,21%
all fuels	CH ₄	-	-	85.3	(0.01%)	18.4	(0.00%)	-78.47%

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 12,9 Mt Steinkohle (13,8 Mt in 2009) (STATISTIK DER KOHLEWIRTSCHAFT 2011: für das Jahr 2010, Übersicht 1 und www.kohlenstatistik.de). Die Kokserzeugung betrug im Jahr 2010 8,1 Mt (STATISTIK DER KOHLEWIRTSCHAFT 2011). Die Herstellung von Steinkohlenbriketts wurde 2008 eingestellt.

Im Jahr 2010 wurden in Deutschland 169,4 Mt Rohbraunkohle gefördert (ebd.). Die Herstellung von Braunkohlenbriketts und anderen Braunkohlenprodukten betrug ca. 6,0 Mt (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 2010 2,51 Mt (MWV, 2011) und die Erdgasförderung erreichte ca. 11.411 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:

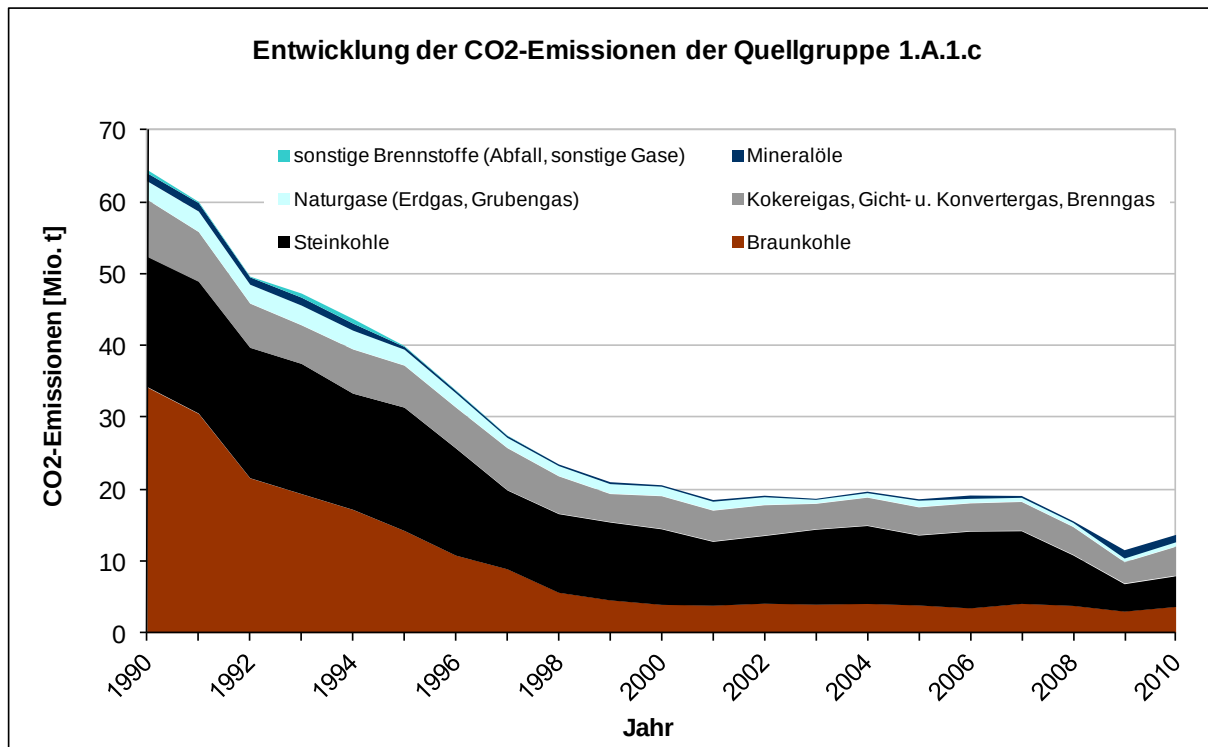


Abbildung 29: Entwicklung der CO₂-Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.c

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 2010 nur noch knapp 13 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. Damit stiegen auch die Emissionen an.

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 „Industriewärme- und Kälteanlagen“ 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*, 2010c) 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 Braunkohlenprodukten 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 40: 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									
3,390									

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) 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. 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 haben wir bereits eine größere Anzahl von Zeitreihen - vorwiegend im Bereich von Kohle einsetzenden Anlagen - für die Emissionsfaktoren von SO₂, NO_x und Quecksilber aktualisiert. Die Aktualisierung von weiteren Emissionsfaktoren-Zeitreihen werden wir im Zuge künftiger Inventarberichte vornehmen und berichten.

Das Forschungsvorhaben unterscheidet 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. Hier gab es gegenüber der Resubmission 2010 eine Methodenänderung, weil die bisher verwendeten Emissionsfaktoren die tatsächliche Herkunft der Emissionen nicht richtig widerspiegeln und insgesamt in der Höhe auch überschätzten. So wurden bis zur Resubmission 2010 in 1.B.1.b höhere CO-Emissionen als in 1.A.1.c berichtet; tatsächlich sind die CO-Emissionen aus der

Unterfeuerung laut BFI (2012) aber etwa 55-mal höher als die aus diffusen Quellen. Durch die Übernahme der vom BFI ermittelten Emissionsfaktoren werden jedoch auch in 1.A.1.c für die Jahre 1990 bis 2007 um 3% bis 22% niedrigere CO-Emissionen berechnet (siehe Kapitel 3.2.8.5).

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 Werte für die relative Unsicherheit der Emissionsfaktoren liegen im Bereich von etwa 0,6. Des Weiteren gelten die Ausführungen aus Kapitel 3.2.6.3.2 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)

Die geänderte Bewertung von Klärschlamm, der bisher zu 100 % als fossil betrachtet wurde, in Wirklichkeit aber weitestgehend aus Biomasse besteht, führte zu Rückrechnungen in den Brennstoffkategorien „Sonstige Brennstoffe“ und „Biomasse“. Für das Jahr 2009 erfolgten ebenfalls Rückrechnungen der Brennstoffeinsätze, da die vorläufigen Daten nach Vorliegen der Originalstatistik nun ersetzt werden konnten. Das führte zu folgenden Veränderungen:

Tabelle 41 Rückrechnungen in CRF 1.A.1.c

Einheit [Gg] Jahr	NIR 2011 gesamt	NIR 2012 gesamt	Abweichung absolut					Abweichung relativ gesamt
			gas	liquid	other	solid	gesamt	
2003	18.481	18.664	0	0	-42	225	183	0,99%
2004	19.908	19.658	0	0	-434	185	-250	-1,25%
2005	17.079	18.599	0	0	0	1.520	1.520	8,90%
2006	17.247	19.118	0	0	-373	2.244	1.870	10,84%
2007	18.584	19.058	0	0	-42	517	474	2,55%
2008	15.573	15.552	-17	0	-161	157	-21	-0,14%
2009	13.030	11.514	20	917	-161	-2.292	-1.516	-11,63%

Aufgrund der unter 3.2.8.2 beschriebenen Methodenänderung gegenüber der Resubmission 2010 wurde eine Rückrechnung der in 1.A.1.c berichteten **CO-Emissionen aus Kokereien** durchgeführt. Durch die Übernahme der vom BFI (2012) ermittelten Emissionsfaktoren ergeben sich in 1.A.1.c für die Jahre 1990 bis 2007 um 3 % bis 22 % niedrigere CO-Emissionen (siehe nachfolgende Tabelle).

Tabelle 42: Rückrechnung der CO-Emissionen (1.A.1.c)

Jahr	Berechnung alt:					neu: (produkt- bezogener EF)	Änderung:
	Brenngas (nur NBL 1990)	Erdgas	Gicht-/ Konvertergas	Kokerei-/ Stadtgas	1 A 1 c gesamt		
1990	458	458	6.054	10.093	17.063	14.556	-2.507
1991		400	5.948	8.420	14.768	13.013	-1.755
1992		395	5.203	8.273	13.871	12.196	-1.675
1993		353	4.796	6.219	11.368	10.001	-1.367
1994		332	5.910	4.199	10.442	9.041	-1.401
1995		52	5.747	5.547	11.346	9.192	-2.153
1996		30	5.452	5.532	11.014	8.828	-2.186
1997		1	5.758	5.000	10.759	8.896	-1.863
1998			5.058	5.149	10.207	8.512	-1.695
1999			3.649	4.894	8.543	7.094	-1.449
2000			4.236	5.213	9.448	7.547	-1.901
2001			4.336	3.423	7.760	6.015	-1.744
2002			4.274	3.416	7.689	5.983	-1.706
2003			3.512	3.191	6.703	6.481	-222
2004			3.893	3.464	7.357	7.007	-351
2005			3.851	3.460	7.311	6.953	-358
2006		0,1	3.836	3.383	7.219	6.930	-289
2007			3.881	3.839	7.720	6.989	-731

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

Nach Abschluss des Ende 2008 gestarteten Forschungsvorhabens (FICHTNER et al. 2011) wurden die Emissionsfaktoren für NO_x und SO₂ aktualisiert. Die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für CH₄ und N₂O ist in Arbeit.

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.

Im aktuellen Berichtsjahr wurde im Bereich der Primärstahlerzeugung ein Fehler im Berechnungstool BEU zwischen Erdgas und Kokereigas korrigiert. Dies führt nachfolgend aufgrund der Berechnungsmethodik auch zu Änderungen im Bereich der Kessel (1.A.2.f Sonstige).

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 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 Subquellgruppen 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		2010		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
all fuels	CO ₂	L	T/T2	34.742,0 (2,84%)	34.269,1 (3,59%)	-1,36%	
all fuels	N ₂ O	-	-	161,4 (0,01%)	126,2 (0,01%)	-21,80%	
all fuels	CH ₄	-	-	52,5 (0,00%)	59,0 (0,01%)	12,46%	

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 (Subquellgruppe 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-Temperguss, Siemens-Martin-Stahl und Elektrostahl, 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.

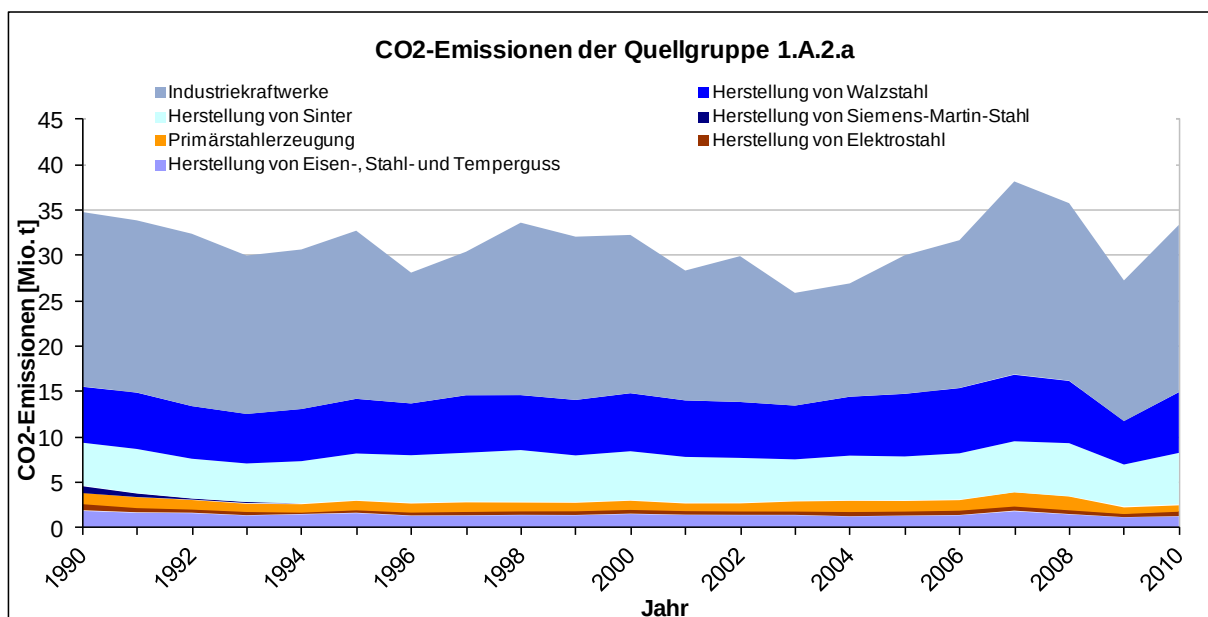


Abbildung 30: Entwicklung der CO₂-Emissionen in Quellgruppe 1.A.2.a

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.

Die anteilig höchsten Emissionen kommen aus der Walzstahl- 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 *Quellenspezifische 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 *Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.a)*

Aufgrund einer Fehlerkorrektur kam es im aktuellen Berichtsjahr zu Rückrechnungen in den Jahren 1995 – 2010 für Erd- und Flüssiggas.

Für Gichtgaskraftwerke wurde die Allokationsmethode geändert, dies führte zu einer deutlichen Erhöhung der CO₂-Emissionen aus festen Brennstoffen. Bisher wurden diese Kraftwerke in der Quellgruppe 1.A.2.f Other berichtet.

Tabelle 43: Rückrechnungen in CRF 1.A.2.a

Einheit [Gg] Jahr	NIR 2011	NIR 2012	Abweichung absolut				Abweichung relativ gesamt
	gesamt	gesamt	gas	liquid	solid	gesamt	
1990	15.582	34.742	0	0	19.160	19.160	122,96%
1991	14.924	33.819	0	0	18.895	18.895	126,61%
1992	13.428	32.354	0	0	18.926	18.926	140,94%
1993	12.559	29.960	0	0	17.401	17.401	138,55%
1994	13.104	30.626	0	0	17.522	17.522	133,72%
1995	14.125	32.687	144	-36	18.454	18.562	131,41%
1996	13.575	28.083	181	-32	14.360	14.508	106,88%
1997	14.359	30.370	272	-3	15.741	16.010	111,50%
1998	14.340	33.569	279	27	18.923	19.229	134,09%
1999	13.743	32.031	358	10	17.920	18.288	133,08%
2000	14.597	32.222	292	-32	17.366	17.625	120,74%
2001	13.921	28.311	179	-41	14.252	14.390	103,37%
2002	13.659	29.893	300	-74	16.008	16.234	118,85%
2003	12.892	25.862	675	-82	12.377	12.970	100,61%
2004	13.749	26.901	759	-40	12.433	13.152	95,66%
2005	14.128	29.986	681	-21	15.199	15.858	112,25%
2006	14.837	31.644	637	-47	16.218	16.808	113,29%
2007	15.829	38.097	1.132	-42	21.179	22.269	140,69%
2008	15.257	35.708	998	-25	19.479	20.452	134,05%
2009	11.564	27.230	341	-100	15.425	15.666	135,47%

3.2.9.1.6 *Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (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		2010		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
all fuels	CO ₂	-	-	1.601,2 (0,13%)	1.462,9 (0,15%)	-8,63%	
all fuels	N ₂ O	-	-	17,8 (0,00%)	7,9 (0,00%)	-55,51%	
all fuels	CH ₄	-	-	1,2 (0,00%)	1,4 (0,00%)	16,04%	

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* 2010b) (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*, 2010c).

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)

Erstmals für 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)

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).

3.2.9.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.b)

Für die Quellgruppe sind in diesem Jahr Rückrechnungen für das Jahr 2009 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 2009:

Tabelle 44: Rückrechnungen in CRF 1.A.2.b

Einheit [Gg] Jahr	NIR 2011 gesamt	NIR 2012 gesamt	Abweichung absolut				Abweichung relativ gesamt
			gas	liquid	solid	gesamt	
2009	1.491	1.431	-58	-4	1	-60	-4,01%

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
	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	
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.

3.2.9.4 Verarbeitendes Gewerbe – Zellstoff, Papier und Druckerzeugnisse (1.A.2.d)

CRF 1.A.2.d	Gas	HK	1990		2010		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
all fuels	CO ₂	-	-	3,6 (0,00%)	9,0 (0,00%)	146,36%	
all fuels	N ₂ O	-	-	2,9 (0,00%)	12,4 (0,00%)	325,22%	
all fuels	CH ₄	-	-	0,5 (0,00%)	2,3 (0,00%)	325,22%	

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, Papier und Druckerzeugnisse* ist keine Hauptkategorie.

3.2.9.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.d)

Der Energieverbrauch für die Herstellung von Zellstoff, Papier und Druckerzeugnissen, 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 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 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.d)

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.

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 2011 gesamt	NIR 2012 gesamt	Abweichung absolut gesamt	Abweichung relativ gesamt
2007	19	17	-2	-9,35%
2008	19	18	-2	-9,64%
2009	14	12	-2	-14,33%

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		2010		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
all fuels	CO ₂	-	T/-	1.989,2 (0,16%)	458,6 (0,05%)	-76,94%	
all fuels	N ₂ O	-	-	25,6 (0,00%)	3,8 (0,00%)	-85,18%	
all fuels	CH ₄	-	-	3,8 (0,00%)	0,4 (0,00%)	-90,05%	

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 (-76,94 %) und des dadurch erreichten sehr geringen Emissionsniveaus (liegt 2010 bei 13,1 % 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.

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 erfolgt, die auf dem Vorliegen der endgültigen Energiebilanz gegenüber der vorläufigen Energiebilanz aus der letzten Berichterstattung begründet sind

Das führte zu folgenden Veränderungen der CO₂-Emissionen:

Einheit [Gg]	NIR 2011	NIR 2012	Abweichung absolut				Abweichung relativ
Jahr	gesamt	gesamt	gas	liquid	solid	gesamt	gesamt
2009	163	450	212	84	-8	287	176,39%

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		2010		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
all fuels	CO ₂	L	T/T2	137.298,8	(11,24%)	77.896,2	(8,17%)	-43,27%
all fuels	N ₂ O	-	-	1.204,6	(0,10%)	585,5	(0,06%)	-51,39%
all fuels	CH ₄	-	-	178,7	(0,01%)	112,3	(0,01%)	-37,15%

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.

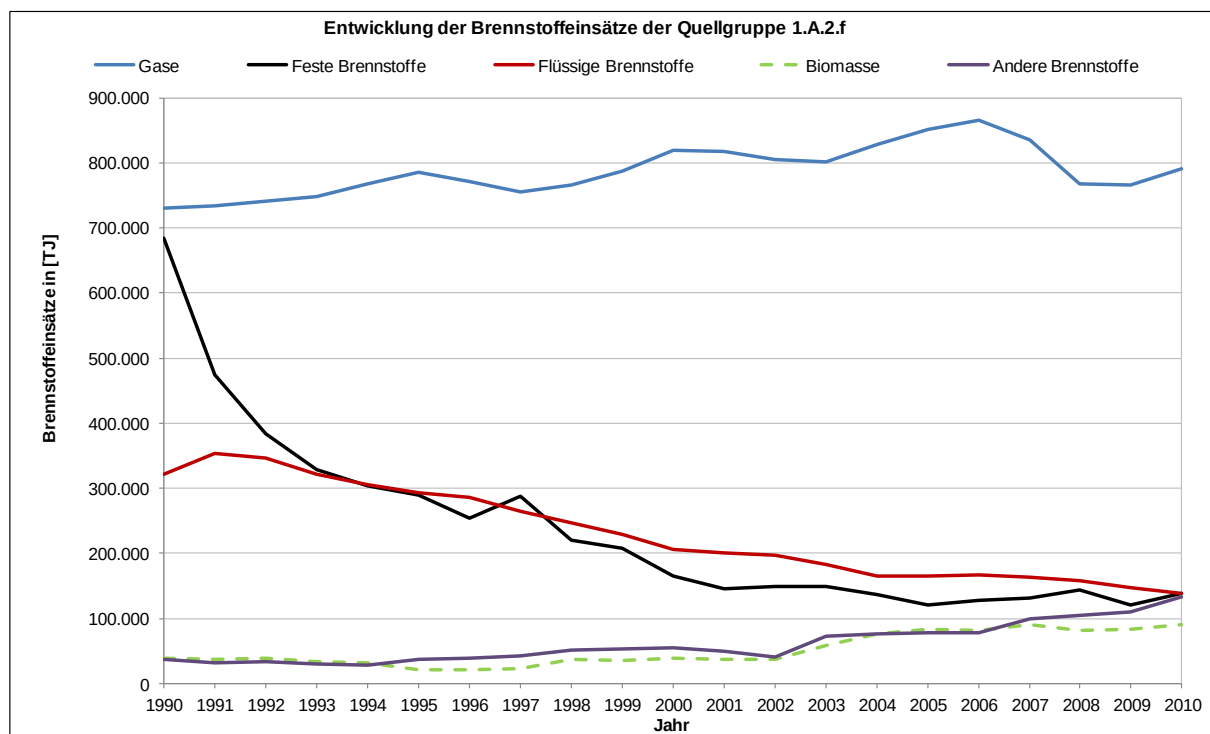


Abbildung 31: Entwicklung der Brennstoffeinsätze der Quellgruppe 1.A.2.f

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 fossiler Energieträger im Jahr 2009 konjunkturbedingt deutlich gesunken sind, kommt es nach der wirtschaftlichen Erholung im Jahr 2010 wieder zu einem merklichen Anstieg der Brennstoffeinsätze.

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, 2010c).

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*, 2010c) 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 Quellenspezifische 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 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f Zement)

Die geänderte Bewertung von Klärschlamm, der bisher zu 100 % als fossil betrachtet wurde, in Wirklichkeit aber weitestgehend aus Biomasse besteht, führte zu Rückrechnungen in den Brennstoffkategorien „Sonstige Brennstoffe“ und „Biomasse“.

Für das Jahr 2009 wurden ebenfalls Rückrechnungen notwendig, da nach dem Vorliegen der endgültigen Energiebilanz gegenüber der vorläufigen Energiebilanz aus der letzten Berichterstattung sämtliche Werte für das Jahr 2009 korrigiert werden mussten. Das führte zu folgenden Rückrechnungen.

Tabelle 45: Rückrechnungen in CRF 1.A.2.f Zement

Einheit [Gg] Jahr	NIR 2011 gesamt	NIR 2012 gesamt	Abweichung absolut					Abweichung relativ gesamt
			gas	liquid	other	solid	gesamt	
2003	6.450	6.446	0	0	-4	0	-4	-0,06%
2004	7.167	7.149	0	0	-18	0	-18	-0,25%
2005	6.090	6.045	0	0	-45	0	-45	-0,74%
2006	6.166	6.075	0	0	-91	0	-91	-1,47%
2007	7.163	7.067	0	0	-97	0	-97	-1,35%
2008	7.181	7.080	0	0	-102	0	-102	-1,41%
2009	6.413	6.475	-8	375	-100	-204	62	0,97%

3.2.9.7.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.f, Zement)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

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, 2010c).

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 2009 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, 2010c).

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 Quellenspezifische 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 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Glas)

Für die Quellgruppe sind in diesem Jahr Rückrechnungen für das Jahr 2009 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 beziehen sich die Angaben zu Prozessfeuerungen auf die Herstellung von Kalk.

Der Einsatz von Ersatzbrennstoffen ist auf alle Prozessfeuerungen in deutschen Kalkwerken bezogen berichtet.

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, 2010c) 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, 2010b) verwendet.

Eine vertiefende Prüfung soll Erkenntnisse liefern, ob Verschiebungen des Kohleeinsatzes durch die Zuordnung zu Zuckerindustrie begründet 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 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. Die Methode der Rekalkulation ist dem Anhang Kapitel 19.1.2.1 zu entnehmen.

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 2009 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, quellspezifisch (1.A.2.f, Kalk)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

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 substanziell 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. $\frac{3}{4}$ 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) 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. Das Forschungsvorhaben unterscheidet innerhalb des Sektors nach Kraftwerken der Deutschen Bahn AG, den übrigen Industriekraftwerken sowie den sonstigen Kesselfeuerungen zur Dampf-, Heiß- und Warmwasserbereitstellung. 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 haben wir bereits eine größere Anzahl von Zeitreihen - vorwiegend im Bereich von Kohle einsetzenden Anlagen - für die Emissionsfaktoren von SO₂, NO_x und Quecksilber aktualisiert. Die Aktualisierung von weiteren Emissionsfaktoren-Zeitreihen werden wir im Zuge künftiger Inventarberichte vornehmen und berichten.

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

Aufgrund der Berechnungsmethodik und den Neuberechnungen in der Eisenschaffenden Industrie erfolgen Rückrechnungen ab dem Jahr 1990. Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht über die ab dem Jahr 1990 erfolgten Rückrechnungen:

Tabelle 46: Rückrechnungen für CO₂ in CRF 1.A.2.f Sonstige

Einheit [Gg] Jahr	NIR 2011	NIR 2012	Abweichung absolut					Abweichung relativ gesamt
	gesamt	gesamt	gas	liquid	other	solid	gesamt	
1990	137.992	118.832	0	0	0	-19.160	-19.160	-13,88%
1991	120.504	101.608	0	0	0	-18.895	-18.895	-15,68%
1992	110.504	91.578	0	0	0	-18.926	-18.926	-17,13%
1993	101.565	84.164	0	0	0	-17.401	-17.401	-17,13%
1994	97.720	80.197	0	0	0	-17.522	-17.522	-17,93%
1995	97.620	79.058	-144	36	0	-18.454	-18.562	-19,01%
1996	89.930	75.422	-181	32	0	-14.360	-14.508	-16,13%
1997	92.250	76.239	-272	3	0	-15.741	-16.010	-17,36%
1998	88.416	69.188	-279	-27	0	-18.923	-19.229	-21,75%
1999	86.623	68.334	-358	-10	0	-17.920	-18.288	-21,11%
2000	82.311	64.685	-292	32	0	-17.366	-17.625	-21,41%
2001	78.377	63.987	-179	41	0	-14.252	-14.390	-18,36%
2002	79.751	63.517	-300	74	0	-16.008	-16.234	-20,36%
2003	74.929	63.791	-675	65	2.073	-12.601	-11.138	-14,86%
2004	76.856	63.254	-759	-14	-212	-12.618	-13.603	-17,70%
2005	82.738	64.743	-681	3	-601	-16.717	-17.995	-21,75%
2006	86.207	65.742	-637	30	-1.397	-18.462	-20.466	-23,74%
2007	88.254	65.085	-1.132	41	-383	-21.695	-23.169	-26,25%
2008	85.869	62.419	-981	13	-2.846	-19.636	-23.449	-27,31%
2009	75.537	61.082	2.951	255	-2.056	-15.604	-14.455	-19,14%

Die Behebung eines Fehlers im Berechnungstool führt zu Rückrechnungen beim Flüssiggas und Erdgas der Industriekraftwerke in der gesamten Zeitreihe ab 1995.

Desweiteren kommt es durch die Verschiebung der Kraftwerke und Kessel der Stahlindustrie in die Quellgruppe 1.A.2.a über die gesamte Zeitreihe zu erheblichen Rückrechnungen im Bereich fester Brennstoffe.

Emissionsfaktoren:

Die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.5 gelten entsprechend.

3.2.9.11.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.f Sonstige)**Aktivitätsraten:**

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Emissionsfaktoren:

Nach Abschluss des Ende 2008 gestarteten Forschungsvorhabens (FICHTNER et al. 2011) wurden die Emissionsfaktoren für NO_x und SO₂ aktualisiert. Die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für CH₄ und N₂O ist in Arbeit.

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		2010		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Aviation Gas	CO ₂	-	-	2.309,6 (0,19%)	1.989,6 (0,21%)	-13,86%	
Aviation Gas	N ₂ O	-	-	24,0 (0,00%)	20,8 (0,00%)	-13,24%	
Aviation Gas	CH ₄	-	-	2,0 (0,00%)	1,7 (0,00%)	-13,06%	

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
NM VOC	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 (NM VOC), Schwefeldioxid (SO₂), Staub (TSP) sowie Ammoniak (NH₃).

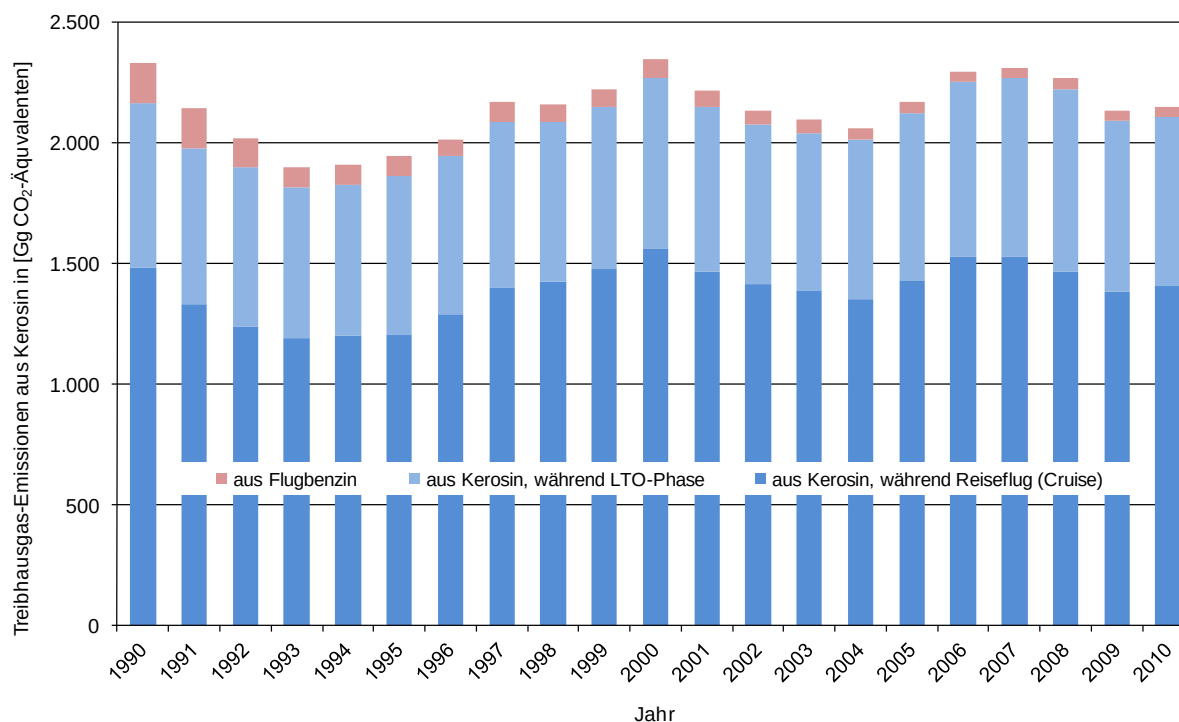


Abbildung 32: Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des nationalen Flugverkehrs 1990-2010

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, 2011). Für Jahre, für die noch keine oder nur eine vorläufige Energiebilanz vorliegt, werden die Absatzzahlen des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA, 2011) 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 2010) bzw. den Amtlichen Mineralölstatistiken für die Bundesrepublik Deutschland vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (AGEB, 2011; BAFA, 2011).

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 47: Entwicklung des nationalen Anteils seit 1990

Jahr	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
nationaler Anteil ⁽¹⁾ [%]	15,1	10,8	10,3	8,3	8,4	8,1	8,0	7,7	7,4

Quelle: IFEU & ÖKO-INSTITUT 2010: 1990-2002: berechnet innerhalb TREMOD-AV anhand Flugbewegungsdaten des Statistischen Bundesamtes, ab 2003: Eurocontrol (ANCAT)

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, 2011; BAFA, 2011). 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 318).

Die weiteren Emissionen werden, basierend auf den jeweiligen Emissionsfaktoren, nach Flugphasen getrennt berechnet. Dabei werden unterschiedliche Quellen verwendet.

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 48 aufgeführt.

Tabelle 48: Emissionsfaktoren für Flugbenzin (1990-2010)

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 (2011)

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 (*U₁* 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 2010 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 $\pm 12\%$. 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 Quellenspezifische 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, der EMEP-EEA-Datenbank oder

den CORINAIR Guidebook (2006) 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 den mit der Berichterstattung 2011 vorgelegten Daten erfolgten zum einen weitestgehend aufgrund einer Korrektur des für die Jahre 2008 und 2009 erfassten inländischen Kerosinabsatzes an die zivile Luftfahrt.

Tabelle 49: Revision des inländischen Kerosinabsatzes an die zivile Luftfahrt 2008 und 2009

	Einheit	2007	2008	2009
Submission 2012		374.428	378.346	367.234
Submission 2011	[TJ]	374.428	380.114	368.951
Differenz absolut		0	-1.768	-1.717
Differenz relativ	[%]	0,00	-0,47	-0,47

Gleichzeitig erfolgte eine Revision des von Eurocontrol gelieferten Schlüssels zur Aufteilung des Gesamt-Kerosinverbrauchs auf innerdeutsche und internationale Flüge ab dem Jahr 2007.

Tabelle 50: Revision des Anteils des innerdeutschen Flugverkehrs am inländischen Kerosinabsatz 2007-2009

	Einheit	2006	2007	2008	2009
Submission 2012		8,42	8,10	7,99	7,71
Submission 2011	[1]	8,42	8,19	7,90	7,66
Differenz absolut		0,00	-0,09	0,09	0,05
Differenz relativ	[%]	0,00	-1,04	1,13	0,67

Daraus ergeben sich folgende Änderungen an den hier verwendeten Aktivitätsdaten:

Tabelle 51: Neuberechnung des Kerosinverbrauchs des innerdeutschen Flugverkehrs 2007-2009

	Einheit	2006	2007	2008	2009
Submission 2012		30.411	30.340	30.225	28.301
Submission 2011	[TJ]	30.411	30.658	30.028	28.244
Differenz absolut		0	-318	197	57
Differenz relativ	[%]	0,00	-1,04	0,66	0,20

Darüber hinaus wurde auch die Menge der mitverbrannten Schmierstoffe für einzelne Jahre leicht revidiert.

Tabelle 52: Revision der Menge mitverbrannter Schmierstoffe 2007-2009

	Einheit	2006	2007	2008	2009
Submission 2012		1,01	0,91	0,70	0,56
Submission 2011	[TJ]	1,01	0,92	0,69	0,56
Differenz absolut		0,00	-0,01	0,01	0,00
Differenz relativ	[%]	0,00	-1,09	1,45	0,00

Nur für den innerdeutschen Flugverkehr erfolgte zusätzlich eine Korrektur der abgesetzten Flugbenzinmengen für die Jahre 2008 und 2009.

Tabelle 53: Revision des Absatzes von Flugbenzin 2008 und 2009 gemäß AGEB und BAFA

	Einheit	2007	2008	2009
Submission 2012		611,00	638,00	594,00
Submission 2011	[TJ]	611,00	638,17	594,62
Differenz absolut		0,00	-0,17	-0,62
Differenz relativ	[%]	0,00	-0,03	-0,10

Aus den beschriebenen Änderungen an Eingangsdaten ergeben sich gegenüber der Submission 2011 folgende Neuberechnungen der für die Jahre 2007 bis 2009 berichteten Treibhausgas-Emissionen.

Tabelle 54: Auswirkungen der beschriebenen Überarbeitungen des Inventars auf die berichteten Treibhausgas-Emissionen

	Einheit	2006	2007	2008	2009
Submission 2012		2.299	2.290	2.284	2.138
Submission 2011	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	2.299	2.314	2.270	2.134
Differenz absolut		0	-24	16	4
Differenz relativ	[%]	0,00	-1,02	0,64	0,20

3.2.10.1.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.3.a)

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.

Die von Eurocontrol im PAGODA-Modell erhobenen Daten sind eingehend auf ihre Eignung als Grundlage der Emissionsinventare des Flugverkehrs hin zu begutachten. Ein positives Ergebnis sowie eine dauerhafte und zeitgerechte Verfügbarkeit der Daten vorausgesetzt, wird über eine weiterführende Nutzung über Verifikationszwecke hinaus nachgedacht.

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		2010		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
all fuels	CO ₂	L	T/T2	150.358,3	(12,30%)	145.437,9	(15,25%)	-3,27%
all fuels	N ₂ O			1.164,5	(0,10%)	1.250,2	(0,13%)	7,35%
all fuels	CH ₄			1.094,4	(0,09%)	155,6	(0,02%)	-85,78%

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 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 Verkehrsbereich ist seit dem Jahr 2000 erstmals eine deutliche Trendwende der bis dahin gestiegenen CO₂-Emissionen feststellbar. Die Emissionen aus fossilen Kraftstoffen sind 2010 gegenüber 2000 um 25,8 Mio. t 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).

Tabelle 55: Emissionen des Straßenverkehrs

[Gg]	CO ₂		CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC**	SO ₂
	fossil	bio*						
1990	150.358,34	0,00	52,12	3,76	1.350,94	6.624,59	1.165,01	90,20
1995	165.104,07	106,47	32,91	5,43	1.164,77	3.829,17	543,56	69,31
2000	171.229,50	869,15	20,60	5,07	1.054,68	2.367,71	311,70	19,67
2005	151.603,50	5.573,71	12,21	3,26	756,19	1.484,89	190,93	0,81
2006	147.747,29	10.179,95	11,01	3,18	739,56	1.343,78	173,98	0,82
2007	145.034,69	11.023,55	9,78	3,31	679,96	1.220,91	156,75	0,81
2008	144.831,48	8.940,25	8,49	3,51	604,62	1.104,48	139,61	0,81
2009	144.134,18	8.030,56	7,84	3,70	557,05	1.038,60	131,01	0,81
2010	145.437,91	8.608,69	7,41	4,03	537,61	976,75	122,69	0,83

*) CO₂-Emissionen aus Bio-Kraftstoffen sind hier nur nachrichtlich aufgeführt

**) 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, 2011)²¹. 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:

21 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 56: 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. Hier wird zusätzlich auf die Angaben im Anhang-Kapitel

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, 2008) 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 Grauiporte 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) 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 veröffentlicht²².

Die verwendeten Emissionsfaktoren wurden mit denen anderer Länder verglichen. Es wurde eine Auswahl an Ländern getroffen und die Niederlande, Dänemark, die Schweiz, Frankreich, Großbritannien und Norwegen sowie die Emissionsfaktoren der Europäischen Union in den Vergleich einbezogen. Dabei zeigte sich bei den verschiedenen Treibhausgasen eine unterschiedlich große Bandbreite der Werte. Die in Deutschland angesetzten Emissionsfaktoren finden sich dabei stets im Mittelfeld (bei CO₂) bzw. im unteren Mittelfeld (bei CH₄ und N₂O).

3.2.10.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.b)

Die vorgelegten Emissionsdaten wurden mit Hilfe der TREMOD-Version 5.11 berechnet (IFEU, 2011). Gegenüber dem Berichtsjahr 2011 wurde dabei u.a. eine Anpassung der Aktivitätsraten (Kraftstoffverbräuche) vorgenommen: Die Verbrauchsangaben für alle Kraftstoffe wurden für 2009 an die aktuell vorliegenden Werte der Energiebilanzen, der Amtlichen Mineralöl Daten des BAFA und der Daten des Mineralölwirtschaftsverbandes (MWV) angepasst. Kleinere Änderungen erfolgten für Diesel und Ottokraftstoff zudem für 2008. für die Vorjahre, während die Angaben für Biodiesel und Bio-Ethanol ab 2004 aktualisiert wurden.

²² 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 57: Aktualisierte Kraftstoffeinsätze des Straßenverkehrs

	Kraftstoff	E.	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Subm. 2012	Diesel		1.110.931	1.077.173	1.081.161	1.078.362	1.107.062	1.114.253
	Benzin		1.072.720	992.377	930.834	892.982	854.002	829.227
	Biodiesel	[TJ]	38.806	71.792	130.139	143.431	109.612	89.327
	Bio-Ethanol		1.144	6.817	13.418	12.065	16.385	23.697
	Erdgas		0	2.843	5.211	4.089	4.882	5.300
	Flüssiggas		1.887	2.357	4.605	8.942	15.652	23.842
Subm. 2011	Diesel		1.110.931	1.077.173	1.081.161	1.078.362	1.107.102	1.126.100
	Benzin		1.072.720	992.377	930.834	892.982	854.145	827.898
	Biodiesel	[TJ]	38.795	71.725	130.006	143.461	109.595	90.128
	Bio-Ethanol		1.155	6.884	13.548	12.182	16.547	23.889
	Erdgas		0	2.843	5.211	4.089	4.882	5.546
	Flüssiggas		1.887	2.357	4.605	8.942	15.652	19.020
Diff. absolut	Diesel		0	0	0	0	-40	-11.847
	Benzin		0	0	0	0	-143	1.329
	Biodiesel	[TJ]	11	67	133	-30	17	-800
	Bio-Ethanol		-11	-66	-130	-117	-162	-192
	Erdgas		0	0	0	0	0	-246
	Flüssiggas		0	0	0	0	0	4.822
Diff. relativ	Diesel		0,000	0,000	0,000	0,000	-0,004	-1,052
	Benzin		0,000	0,000	0,000	0,000	-0,017	0,161
	Biodiesel	[%]	0,029	0,094	0,102	-0,021	0,016	-0,888
	Bio-Ethanol		-0,962	-0,962	-0,962	-0,962	-0,979	-0,803
	Erdgas		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-4,436
	Flüssiggas		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	25,352

Weitaus größere Änderungen der seit 1990 berichteten Emissionen von CH₄ und N₂O resultieren dagegen aus der Anpassung der in TREMOD verwendeten Emissionsfaktoren an HBEFA 3.1 (siehe oben). Hier kam es für alle Jahre zu teilweise erheblichen Korrekturen an den für einzelne Fahrzeugschichten verwendeten Emissionsfaktoren. Insbesondere erfolgte in HBEFA 3.1 aufgrund der aktuelleren Datenbasis für N₂O eine Übernahme der Emissionsfaktoren aus COPERT 4. Die Auswirkungen dieser TREMOD-Aktualisierung auf die berichteten Methan- und Lachgas-Emissionen sind in den folgenden beiden Tabellen dargestellt.

Tabelle 58: weitestgehend auf die Korrektur der EF zurückzuführende Neuberechnung der Methan-Emissionen ab 1990

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Subm. 2012		52,12	32,91	20,60	12,21	11,01	9,78	8,49	7,84
Subm. 2012	[Gg]	60,53	30,34	15,68	8,76	8,14	7,29	6,64	6,27
Diff. absolut		-8,41	2,57	4,91	3,45	2,87	2,49	1,85	1,57
Diff. relativ	[%]	-13,90	8,47	31,33	39,36	35,22	34,14	27,93	25,13

Tabelle 59: weitestgehend auf die Korrektur der EF zurückzuführende Neuberechnung der Lachgas-Emissionen ab 1990

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Subm. 2012		3,76	5,43	5,07	3,26	3,18	3,31	3,51	3,70
Subm. 2011	[Gg]	1,96	4,63	4,82	3,76	3,56	3,37	3,13	3,03
Diff. absolut		1,79	0,79	0,25	-0,50	-0,37	-0,06	0,38	0,67
Diff. relativ	[%]	91,43	17,15	5,18	-13,41	-10,49	-1,82	12,21	22,04

Die oben beschriebenen Veränderungen an den den Berechnungen zugrunde liegenden TREMOD-Daten führten zu den hier dargestellten Veränderungen an den berichteten Treibhausgas-Emissionen:

Tabelle 60: rekalkulierte Gesamt-Treibhausgasemissionen der Quellgruppe seit 1990 exklusive CO₂ aus Biodiesel

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Subm. 2012	[Gg]	152.617	167.478	173.233	152.870	148.966	146.266	146.098	145.445
Subm. 2011	CO ₂ -	152.238	167.178	173.053	152.954	149.021	146.232	145.954	145.686
Diff. absolut	Äq.]	380	300	181	-84	-55	33	144	-241
Diff. relativ	[%]	0,25	0,18	0,10	-0,05	-0,04	0,02	0,10	-0,17

Tabelle 34: rekalkulierte CO₂-Emissionen aus Biokraftstoffen

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Subm. 2012	[Gg]	0	106	869	5.574	10.180	11.024	8.940	8.031
Subm. 2011	CO ₂ -	0	106	869	5.574	10.180	11.034	8.951	8.101
Diff. absolut	Äq.]	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	-10,61	-10,46	-70,48
Diff. relativ	[%]	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	-0,10	-0,12	-0,87

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		2010		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
all fuels	CO ₂	T	2.880,8	(0,24%)	945,4	(0,10%)	-67,18%
all fuels	N ₂ O	-	12,6	(0,00%)	4,2	(0,00%)	-66,59%
all fuels	CH ₄	-	2,3	(0,00%)	0,4	(0,00%)	-83,92%

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 für CO₂-Emissionen eine Hauptkategorie nach dem Trend (siehe Tabelle 7). Aufgrund der seit 1990 stark fallenden Emissionen (-67,18 %) und des dadurch erreichten sehr geringen Emissionsniveaus (liegt 2010 bei 27 % 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 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 % erhöht²³. 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.

²³ aus Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 54.Jahrgang (2004), Heft 3, S. 185

Der Einsatz weiterer Energieträger speziell in privaten Kleinbahnen, z.B. Pflanzenöle oder Gas, wird bisher nicht erfasst und ist als vernachlässigbar anzusehen.

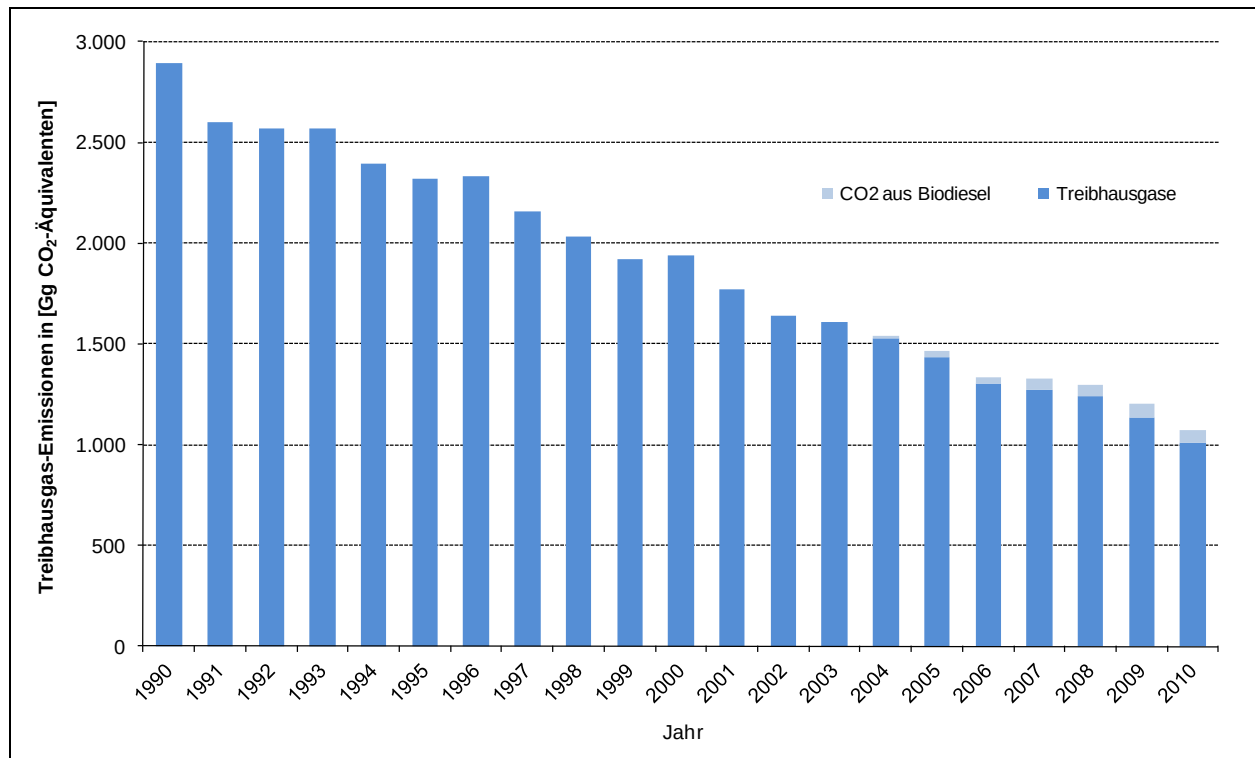


Abbildung 33: Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Schienenverkehrs 1990-2010 (ohne Emissionen aus der Erzeugung von Bahnstrom)

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 in der Regel (aktuell für 1990 bis 2009) den offiziellen Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland entnommen (AGEB, 2011). Im Einzelnen stammen die Angaben zu den Brennstoffen aus folgenden Zeilen der Energiebilanz in den jeweiligen Jahren:

Tabelle 61: 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, 2011).

Seit der Berichterstattung 2010 wird auch der Einsatz von biogenen Kraftstoffen (Biodiesel) berücksichtigt. Aufgrund unvollständiger Angaben in den Energiebilanzen von 2004 und 2005 wurden die jährlichen Verbräuche für die vorliegende Berichterstattung für diese Jahre anhand der offiziellen Beimengungsraten berechnet. Ab dem Jahr 2006 werden dagegen die Angaben der Energiebilanzen übernommen.

Seit der letztjährigen Berichterstattung werden auch die Mengen mitverbrannter Schmierstoffe und die daraus resultierenden CO₂-Emissionen erfasst und berichtet. Aufgrund fehlender Angaben zum jährlichen Einsatz von Schmierstoffen, wie sie etwa für den Straßenverkehr und die Binnenschifffahrt in der amtlichen Mineralölstatistik vorliegen, werden hier die eingesetzten Schmierstoffmengen aus der eingesetzten Menge Diesel abgeleitet und daraus die mitverbrannte Menge berechnet.

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 CH₄-EF 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 Dieselkraftstoff 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 (TREMODO; IFEU, 2011). 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; 2010: 1,29 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 62: 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	1,3 - 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)

3.2.10.3.3 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 veröffentlicht²⁴.

Die verwendeten Emissionsfaktoren wurden mit denen anderer Länder verglichen. Es wurde eine Auswahl an Ländern getroffen und die Niederlande, Dänemark, die Schweiz, Frankreich, Großbritannien und Norwegen sowie die Emissionsfaktoren der Europäischen

²⁴ AG Energiebilanzen: Erläuterungen zur Revision der Energiebilanzen 2003 – 2006 URL:
<http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=63> (Aufruf vom 30.10.2009)

Union in den Vergleich einbezogen. Dabei zeigte sich bei den verschiedenen Treibhausgasen eine unterschiedlich große Bandbreite der Werte. Die in Deutschland angesetzten Emissionsfaktoren finden sich dabei stets im Mittelfeld (bei CO₂) bzw. im unteren Mittelfeld (bei CH₄ und 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)

Rückrechnungen erfolgten aufgrund der Verwendung aktualisierter Angaben (nur 2009) der Energiebilanzen bzw. des Mineralölwirtschaftsverbandes für den Einsatz von Diesel und Biodiesel sowie aktualisierter Emissionsfaktoren für Methan (ab 2001).

Tabelle 55: Änderungen der zugrunde liegenden Verbrauchsdaten 2009

	Einheit	Diesel	Biodiesel	Schmierstoffe
Submission 2012		14.329	983	7,7
Submission 2011	[TJ]	15.217	727	8,0
Differenz absolut		-888	256	-0,3
Differenz relativ	[%]	-5,84	35,21	-3,89

Tabelle 55: Anpassung der EF(CH₄) ab 2001

	Einheit	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Submission 2012		1,993	1,804	1,765	1,748	1,583	1,514	1,417	1,379	1,312
Submission 2011	[kg/TJ]	1,994	1,806	1,768	1,755	1,594	1,569	1,498	1,492	1,382
Differenz absolut		-0,001	-0,002	-0,003	-0,007	-0,011	-0,055	-0,081	-0,113	-0,070
Differenz relativ	[%]	-0,02	-0,10	-0,18	-0,39	-0,69	-3,51	-5,43	-7,58	-5,08

Tabelle 63: Einfluss der beschriebenen Rekalkulationen auf die Gesamt-Treibhausgasemissionen der Quellgruppe exklusive CO₂ aus Biodiesel ab 2001

	Einheit	2001	...	2005	2006	2007	2008	2009
Subm. 2012	[Gg	1.772,278	...	1.404,291	1.265,72	1.222,78	1.185,30	1.066,13
Subm. 2011	CO ₂ -	1.772,278	...	1.404,295	1.265,74	1.222,81	1.185,34	1.132,10
Diff. absolut	Äquiv.]	-0,0002	...	-0,004	-0,02	-0,03	-0,04	-65,97
Diff. relativ	[%]	-0,00001	...	-0,0003	-0,002	-0,002	-0,003	-5,83

Tabelle 57: Einfluss der Rekalkulationen auf die CO₂-Emissionen aus Biodiesel

	Einheit	2009
Submission 2012		70
Submission 2011	[Gg	51
Differenz absolut	CO ₂]	18
Differenz relativ	[%]	35,21

3.2.10.3.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.3.c)

In einem Vorhaben werden die seit 1990 eingesetzten Mengen von Kohle und Koks sowie aller weiteren neben Diesel und Biodiesel verwendeten Brennstoffe ermittelt.

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		2010		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
all fuels	CO ₂	-	-	2.065,7	(0,17%)	758,2	(0,08%)	-63,29%
all fuels	N ₂ O	-	-	8,6	(0,00%)	3,4	(0,00%)	-60,69%
all fuels	CH ₄	-	-	1,7	(0,00%)	0,5	(0,00%)	-67,56%

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 Dieselmotoren (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.

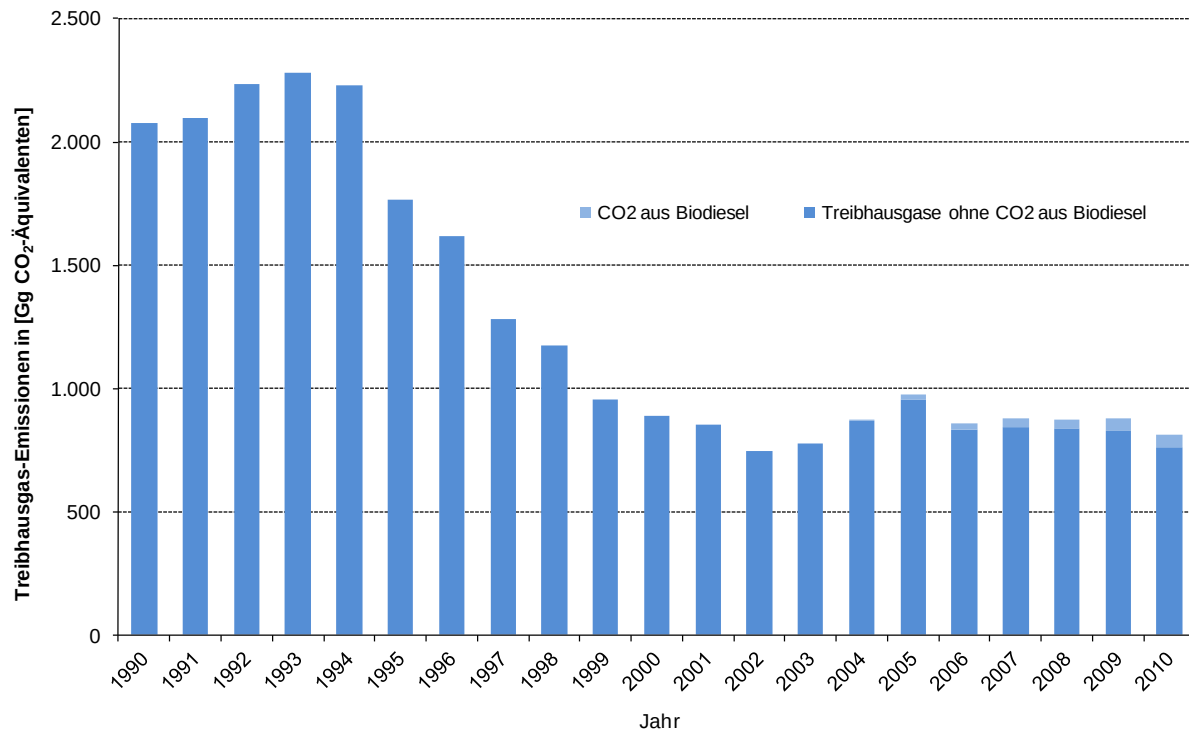


Abbildung 34: Entwicklung der Treibhausgasemissionen der Binnenschifffahrt 1990 – 2010

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 den offiziellen Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland entnommen (AGEB, 2011).

Für Jahre, für die noch keine abschließende Energiebilanz vorliegt, werden Angaben des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zugrunde gelegt, die in Form der „Amtlichen Mineralölkosten für die Bundesrepublik Deutschland“ (hier: Tabelle 7j: „Inlandsablieferungen nach ausgewählten Verwendungssektoren“) veröffentlicht werden (BAFA, 2011).

Angaben zu den jährlichen Mengen der an diesen Sektor abgesetzten Schmierstoffe werden dagegen grundsätzlich den Amtlichen Mineralölkosten des BAFA entnommen.

Tabelle 64: 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 90er Jahre sinkend, da aufgrund von Preisvorteilen für Kraftstoffe viele Schiffe im Ausland betankt werden. Der abrupte Rückgang 1994/1995 ist lediglich einer Umstellung der Energiebilanz geschuldet.

Seit der Berichterstattung 2010 wird auch der Einsatz von biogenen Kraftstoffen (Biodiesel) berücksichtigt. Aufgrund unvollständiger Angaben in den Energiebilanzen für 2004 und 2005 wurden die jährlichen Verbräuche für die vorliegende Berichterstattung für diese Jahre anhand der offiziellen Beimengungsraten berechnet.

Seit der Berichterstattung 2011 werden zudem die Mengen mitverbrannter Schmierstoffe und die daraus resultierenden CO₂-Emissionen erfasst und berichtet. Die mitverbrannte Menge wird hier aus den Angaben der Amtlichen Mineralölstatistik zu jährlichen Inlandsablieferungen abgeleitet.

Für die Jahre 2007 und 2008 fehlen derzeit verlässliche offizielle Verbrauchsangaben für Diesel und folglich auch für das beigemengte Biodiesel. Grund hierfür ist das abweichende Meldeverhalten eines einzelnen aber bedeutenden Raffineriebetreibers an den Mineralölwirtschaftsverband MWV und daraus resultierende fehlerhafte Angaben in der amtlichen Mineralölstatistik. Es wurden daher sowohl für die Kraftstoffe als auch die mitverbrannten Schmierstoffe anhand der Verkehrsleistung aus den Verbrauchsdaten der Vorjahre extrapolierte Mengen verwendet. - Sobald die beschriebenen statistischen Probleme beseitigt sind, werden an dieser Stelle entsprechende Korrekturen durchgeführt. Für das Jahr 2009 erfolgte dagegen zwischenzeitlich eine Korrektur der entsprechenden Energiebilanz. Hier wurden daher die extrapolierten Daten durch originäre Werte der Energiebilanz ersetzt (siehe Rekalkulationen unten).

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 Luftreinhalte '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 für Diesel verwendeten Emissionsfaktoren 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 Quellspezifische 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 veröffentlicht²⁵.

Die verwendeten Emissionsfaktoren wurden mit denen anderer Länder verglichen. Es wurde eine Auswahl an Ländern getroffen und die Niederlande, Dänemark, die Schweiz, Frankreich, Großbritannien und Norwegen sowie die Emissionsfaktoren der Europäischen Union in den Vergleich einbezogen. Dabei zeigte sich bei den verschiedenen Treibhausgasen eine unterschiedlich große Bandbreite der Werte. Die in Deutschland angesetzten Emissionsfaktoren finden sich dabei stets im Mittelfeld (bei CO₂) bzw. im unteren Mittelfeld (bei CH₄ und N₂O).

Da andere Datenquellen für Deutschland nicht bekannt sind, ist eine vergleichende Verifikation der hier berichteten Emissionen derzeit nicht möglich.

3.2.10.4.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.3.d)

Gegenüber den mit der Submission 2011 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 2009. (Die Inlandsablieferungen von Schmierstoffen an die Binnenschifffahrt gemäß den Amtlichen Mineralölzeiten blieben dagegen unverändert.)

Tabelle 65: Anpassung der Aktivitätsraten 2009 an Angaben der korrigierten Energiebilanz

	Einheit	Diesel	Biodiesel
Submission 2012		11.091	761
Submission 2011	[TJ]	9.740	488
Differenz absolut		1.351	273
Differenz relativ	[%]	13,87	55,91

Die Auswirkungen auf die berichteten Treibhausgas-Emissionen der Quellgruppe sind in den folgenden Tabellen dargestellt.

Tabelle 66: resultierende Veränderungen der Gesamt-Treibhausgasemissionen ohne CO₂ aus Biodiesel für das Jahr 2009

	Einheit	THG-Emissionen
Submission 2012		827
Submission 2011	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	727
Differenz absolut		101
Differenz relativ	[%]	13,84

Tabelle 67: resultierende Veränderungen der CO₂-Emissionen aus der Verbrennung von Biodiesel für das Jahr 2009

	Einheit	CO ₂ -Emissionen
Submission 2012		54
Submission 2011	[Gg CO ₂]	35
Differenz absolut		19
Differenz relativ	[%]	55,91

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)

3.2.10.4.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.3.d)

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.

In einem Vorhaben werden die im TREMOD-Modul Binnenschifffahrt verwendeten Basisdaten grundlegend überarbeitet.

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		2010		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
all fuels	CO ₂	L	-IT2	4.751,7 (0,39%)	4.140,5 (0,43%)	-12,86%	
all fuels	N ₂ O	-	-	32,7 (0,00%)	19,1 (0,00%)	-41,64%	
all fuels	CH ₄	-	-	7,1 (0,00%)	2,9 (0,00%)	-59,74%	

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 des bauwirtschaftlichen Verkehrs und von Gasturbinen in Erdgasverdichterstationen berichtet. Der bauwirtschaftliche Verkehr ist in der Kategorie „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher“ der Energiebilanz erfasst. Die Gasturbinen in Erdgasverdichterstationen sind dagegen eine klar definierte Anlagenart.

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. Für den übrigen Verkehr weist die IPCC Good Practice Guidance (2000) keine spezifischen Vorgaben für die gute Praxis aus. Das gewählte Vorgehen entspricht der allgemeinen Tier 1-Methode wie sie z.B. in der Gleichung 2.3 der IPCC Good Practice Guidance (2000: S. 2.37) dargelegt ist.

Aktivitätsraten:

Der größere Anteil des Energieeinsatzes der Quellgruppe entfällt auf den Bereich des **Bauwirtschaftlichen Verkehrs**. Die Energieverbrauchsdaten werden für Diesel- und Ottokraftstoff nach Abzug der Energieeinsätze für militärischen und landwirtschaftlichen Verkehr den Energiebilanzzeilen 79 bzw. 67 (bis 1994 bzw. ab 1995) entnommen (vgl. Kapitel 18.2). Da der bauwirtschaftliche Verkehr signifikant für die Bestimmung als Hauptkategorie ist, sollte eine möglichst detaillierte Berechnungsmethode verwendet werden. Momentan ist aber wegen fehlender Detaildaten nur die oben beschriebene Tier 1-Methode anwendbar.

Der Bereich **Erdgasverdichterstationen** hat den geringeren Anteil beim Energieeinsatz. Die Berechnung zum Brennstoffeinsatz 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 wurden 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 Zeitreihe.

Emissionsfaktoren:

Die Emissionsfaktoren für die Emissionen des **Bauwirtschaftlichen Verkehrs** 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. 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 2010 beträgt der Wert für Dieselmotorkraftstoff 1,5 kg/TJ (1995: 4,1 kg/TJ), für Ottokraftstoff 20,5 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 Dieselmotorkraftstoff von 1,0 kg/TJ wurde im Analogieschluss aus dem Wert für Schwere Nutzfahrzeuge ohne Minderungstechnik abgeleitet.

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- und N₂O-EF stammen aus Kapitel 4.9.5 und Anhang E, Tabelle 5 der UBA-Studie zu stationären Feuerungsanlagen (RENTZ et al, 2002); die Vorgehensweise der Studie ist in Kapitel 3.2.6.2 beschrieben.

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 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.

Die Vorgehensweise bei der 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.

3.2.10.5.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.e)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1+2) und eine Qualitätssicherung wurden für die AR durch die Nationale Koordinierungsstelle durchgeführt.

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.

Für „Pipeline Transport“ konnte aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten 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 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.

Für eine weitergehende Verifizierung der berechneten Brennstoffeinsätze in Erdgasverdichterstationen sollen Daten aus dem Emissionshandel den entsprechenden Wirtschaftszweigen zugeordnet und mit den Daten der Emissionsberichterstattung verglichen werden. Dieser Vergleich muss sehr sorgfältig durchgeführt werden, damit Doppelzählungen ausgeschlossen werden.

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)

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.

Erdgasverdichterstationen: die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.4 gelten entsprechend.

3.2.10.5.5 *Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.e)*

Bauwirtschaftlicher Verkehr:

Änderungen gegenüber der letztjährigen Berichterstattung erfolgten aufgrund einer Korrektur der Energiebilanz lediglich für das Jahr 2009.

Tabelle 68: Anpassung der Aktivitätsdaten an die korrigierte Energiebilanz 2009

	Einheit	Diesel	Ottokraftstoff
Submission 2012		37.632	1.809
Submission 2011	[TJ]	34.793	2.924
Differenz absolut		2.838	-1.116
Differenz relativ	[%]	8,16	-38,14

Aus der beschriebenen Korrektur der verwendeten Verbrauchsdaten ergeben sich folgende rekalkulierte Treibhausgas-Emissionen für das Jahr 2009:

Tabelle 69: rekalkulierte Treibhausgas-Gesamtemissionen 2009

	Einheit	2009
Submission 2012		2.931
Submission 2011	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	2.802
Differenz absolut		129
Differenz relativ	[%]	4,60

Erdgasverdichterstationen: Aufgrund der neuen aus dem ETS verwendeten Brennstoffdaten sowie die methodische Anpassung der Zeitreihe ergeben sich Rückrechnungen ab 1990.

Tabelle 70: Rückrechnungen in CRF 1.A.3.e, Erdgasverdichterstationen

Einheit [Gg]	NIR 2011	NIR 2012	Abweichung absolut			Abweichung relativ
Jahr	gesamt	gesamt	gas	liquid	gesamt	gesamt
1990	4.302	4.752	449	0	449	10,45%
1991	4.405	4.876	470	0	470	10,68%
1992	3.843	4.309	466	0	466	12,12%
1993	3.973	4.463	490	0	490	12,34%
1994	3.962	4.463	501	0	501	12,65%
1995	3.996	4.595	599	0	599	14,98%
1996	4.071	4.693	622	0	622	15,27%
1997	4.019	4.645	626	0	626	15,58%
1998	3.987	4.621	635	0	635	15,92%
1999	4.211	4.697	486	0	486	11,55%
2000	3.998	4.597	599	0	599	14,98%
2001	3.981	4.561	580	0	580	14,58%
2002	4.623	4.623	0	0	0	0,00%
2003	3.869	4.489	621	0	621	16,04%
2004	3.787	4.410	624	0	624	16,47%
2005	3.666	4.262	596	0	596	16,24%
2006	3.722	4.514	792	0	792	21,29%
2007	3.660	4.162	502	0	502	13,73%
2008	3.692	4.304	612	0	612	16,57%
2009	3.608	4.286	549	130	679	18,81%

3.2.10.5.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.3.e)

Erdgasverdichterstationen: Nach Abschluss des Ende 2008 gestarteten Forschungsvorhabens (FICHTNER et al. 2011) wurden die Emissionsfaktoren für NO_x und SO₂ aktualisiert. Die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für CH₄ und N₂O ist in Arbeit.

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 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		2010 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Trend
CRF 1.A.4.a (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen)							
all fuels	CO ₂	L	T/T2	63.949,6 (5,23%)	36.399,3 (3,82%)		-43,08%
all fuels	CH ₄	-	T/-	1.216,1 (0,10%)	61,5 (0,01%)		-94,94%
all fuels	N ₂ O	-	-	144,2 (0,01%)	92,3 (0,01%)		-35,97%
CRF 1.A.4.b (Haushalte)							
all fuels	CO ₂	L	T/T2	129.474,0 (10,59%)	101.946,5 (10,69%)		-21,26%
all fuels	CH ₄	-	-	1.200,4 (0,10%)	745,7 (0,08%)		-37,88%
all fuels	N ₂ O	-	-	801,9 (0,07%)	417,5 (0,04%)		-47,94%
CRF 1.A.4.c (Land-, Forstwirtschaft und Fischerei)							
all fuels	CO ₂	L	T/T2	11.059,8 (0,91%)	6.211,5 (0,65%)		-43,84%
all fuels	CH ₄	-	-	178,5 (0,01%)	22,7 (0,00%)		-87,30%
all fuels	N ₂ O	-	-	41,7 (0,00%)	31,4 (0,00%)		-24,83%

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 Subquellgruppe *Gewerbe, Handel, Dienstleistungen* ist dazu für CH₄-Emissionen eine Hauptkategorie nach dem Trend (siehe Tabelle 7). Aufgrund der seit 1990 stark fallenden Emissionen (-94,94%) und des dadurch erreichten sehr geringen Emissionsniveaus (liegt 2010 bei 1,76 % 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 CH₄-Emissionen aus 1.A.4.a nicht umzusetzen.

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.

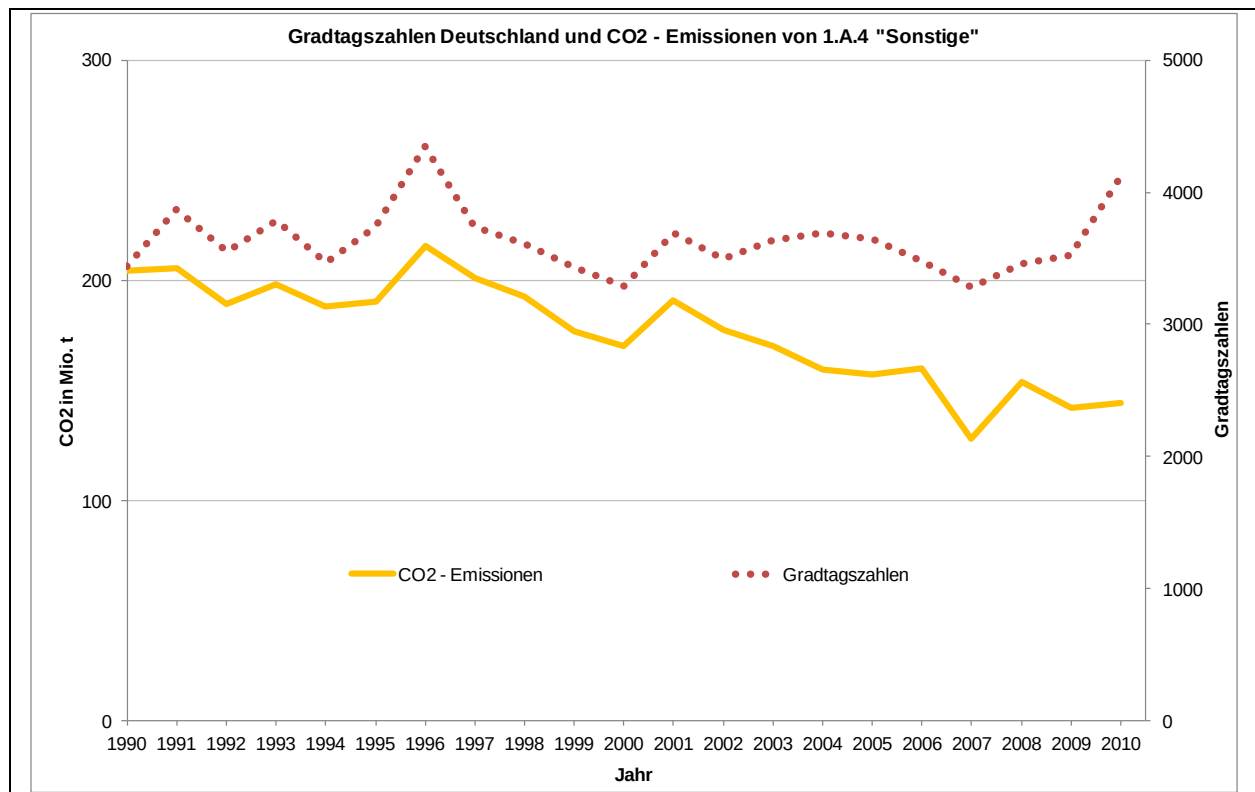


Abbildung 35: Änderung der Gesamtemission von 1.A.4 in Abhängigkeit von der Temperatur

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.

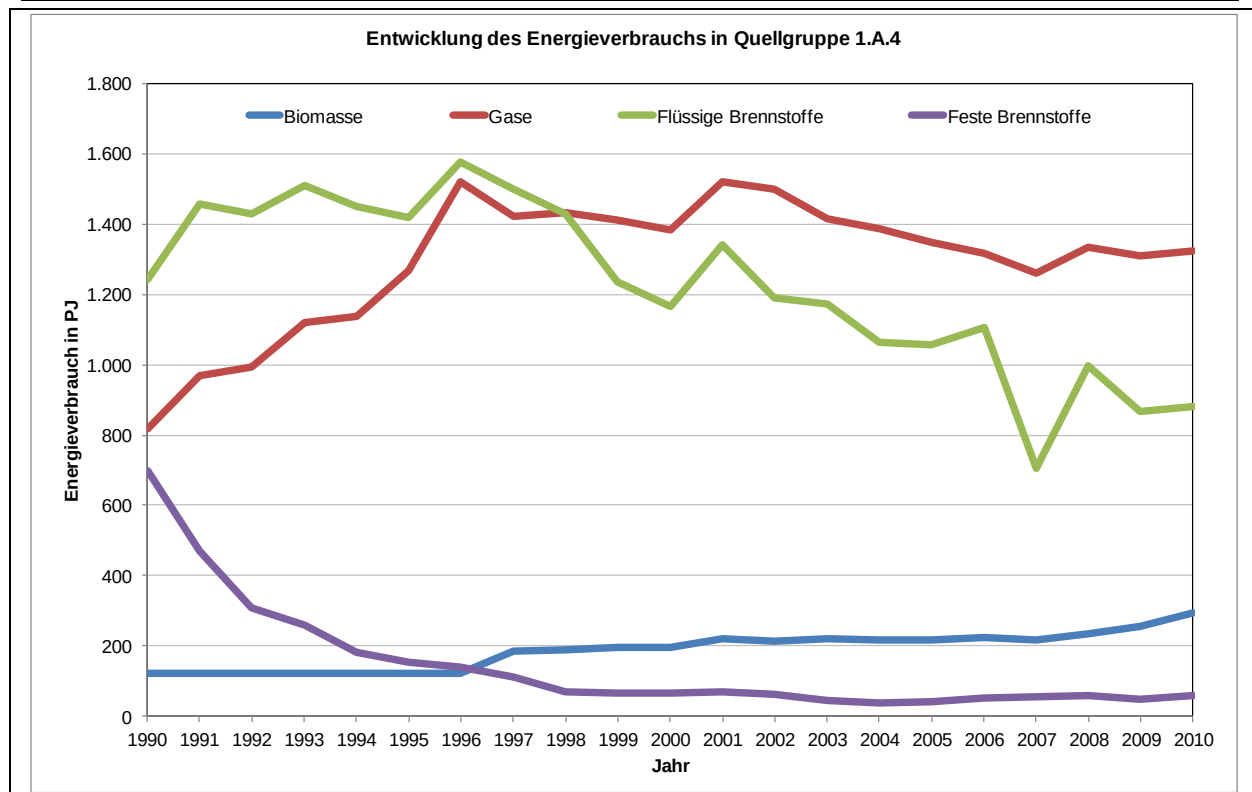


Abbildung 36: Verlauf des Energieverbrauchs von 1.A.4 nach 4 Brennstoffkategorien

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 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 wird auf eine Studie aus dem Jahr 2000 zurückgegriffen (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 „Ermittlung des Verbrauchs biogener Festbrennstoffe im GHD-Sektor“ durchgeführt. Da die Ergebnisse noch nicht unmittelbar nutzbar waren, sondern zunächst eine Methodenentwicklung mit exemplarischen Berechnungen für einzelne Branchen erfolgte, 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 N_2O und CH_4 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 Literaturlauswertung 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 71 zeigt die sektoralen Emissionsfaktoren.

Tabelle 71: 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
Naturbelassenes 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 72: 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		
	1990: 7,61	
Diesel	1995: 7,17	1,0
	2010: 4,25	
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.

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

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 73 dokumentiert.

Tabelle 73: 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.

3.2.11.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.4)

Aufgrund von Korrekturen der vorläufigen Energiebilanz 2009 mussten einige geringfügige Änderungen der Aktivitätsdaten für 2009 vorgenommen werden. Eine signifikante Änderung ergab sich beim Erdgas, das in der nun vorliegenden endgültigen Energiebilanz 2009 deutlich nach unten korrigiert wurde.

Tabelle 74: Rückrechnungen in CRF 1.A.4 (stationär & mobil)

Einheit [Gg] Jahr	NIR 2011 gesamt	NIR 2012 gesamt	Abweichung absolut				Abweichung relativ gesamt
			gas	liquid	solid	gesamt	
2009	146.052	141.800	-2.999	-633	-621	-4.252	-2,91%

Für die *mobilen Quellen* erfolgten gegenüber der Submission 2011 relevante Rückrechnungen einzig für das Jahr 2009. Hier kam es zu einer Überarbeitung der Energiebilanz und somit zu veränderten Aktivitätsdaten sowohl für die mobilen Quellen der Haushalte (1.A.4.b ii) als auch den landwirtschaftlichen Verkehr (1.A.4.c ii). Die Angaben zum Hochseefischfang (1.A.4.c iii) bleiben dagegen unverändert da diese auf ebenfalls unveränderten Angaben zu Flottengröße und installierter Motorleistung beruhen. Die veränderten Aktivitätsdaten sind in den nachfolgenden Tabellen dargestellt.

Tabelle 75: Korrigierte und unveränderte Aktivitätsdaten 2009 für mobile Quellen in 1.A.4

Einheit	1.A.4.b ii Ottokraftstoff	1.A.4.c ii Diesel	1.A.4.c ii Ottokraftstoff	1.A.4.c iii Diesel
Submission 2012	3.445	51.967	2.498	878
Submission 2011 [TJ]	2.177	48.048	4.039	878
Differenz absolut	1.268	3.920	-1.541	0
Differenz relativ [%]	58	8	-38	0

Innerhalb der Quellgruppe 1.A.4.b ii hatten die oben beschriebenen Korrekturen folgende Auswirkungen auf die für 2009 berichteten THG-Emissionen:

Tabelle 76: resultierende Neuberechnung der für 1.A.4.b ii berichteten THG-Emissionen 2009

Einheit	2009
Submission 2012	255
Submission 2011 [Gg CO ₂ -Äquiv.]	161
Differenz absolut	94
Differenz relativ [%]	58

In Quellgruppe 1.A.4.c ii kam es neben der Anpassung der Aktivitätsdaten 2009 zu einer die gesamte Zeitreihe umfassenden Korrekturen der EF(CH₄) für Diesel. Daraus ergibt sich eine Überlagerung der verschiedenen Veränderungen mit unterschiedlichen Auswirkungen auf die berechneten Emissionen: So erhöhen sich die CH₄-Emissionen für die Jahre 1990 bis 2008 wegen für diesen Zeitraum leicht nach oben korrigierter EF, verringern sich dagegen aber für 2009 da hier der korrigierte EF(CH₄) unter dem zuletzt verwendeten Wert liegt.

Tabelle 77: Veränderung der EF(CH₄) für Diesel in landwirtschaftlichen Fahrzeugen und Maschinen

Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Submission 2012	7,61	7,17	6,65	5,70	5,50	5,33	5,18	4,66
Submission 2011 [Gg/TJ]	ABL: 6,0 NBL: 8,0	7,00	6,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Differenz absolut	ABL: 1,61 NBL: -0,39	0,17	0,65	0,70	0,50	0,33	0,18	-0,34
Differenz relativ [%]	ABL: 26,83 NBL: -4,88	2,41	10,82	13,92	10,07	6,65	3,69	-6,72

Die CO₂- und Lachgas-Emissionen ändern sich dagegen nur für 2009, wobei hier die CO₂-Emissionen aufgrund der oben beschriebenen Erhöhung des Dieselvebrauchs deutlich nach oben korrigiert wird, wogegen die N₂O-Emissionen, die mehrheitlich aus der Verbrennung von Ottokraftstoff rühren, durch die hier erfolgte Korrektur nach unten ebenfalls geringer

ausfallen als in der Submission 2011. Durch die Dominanz der CO₂-Emissionen verändern sich die Gesamt-THG-Emissionen bis auf 2009 jedoch kaum.

Die teils gegenläufigen Effekte auf die für den landwirtschaftlichen Verkehr berichteten Emissionen sind in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 78: resultierende Neuberechnung der für 1.A.4.c ii berichteten Treibhausgas-Emissionen

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Submission 2012	CH ₄	0,67	0,57	0,53	0,43	0,42	0,41	0,41	0,33
	CO ₂ [Gg]	5.061	4.509	4.389	3.814	3.878	3.847	3.916	4.025
	N ₂ O	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
	THG [Gg CO ₂ -Äq.]	5.100	4.544	4.422	3.843	3.907	3.875	3.945	4.051
Submission 2011	CH ₄	0,61	0,56	0,49	0,39	0,40	0,40	0,40	0,39
	CO ₂ [Gg]	5.061	4.509	4.389	3.814	3.878	3.847	3.916	3.846
	N ₂ O	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
	THG [Gg CO ₂ -Äq.]	5.098	4.543	4.422	3.842	3.906	3.875	3.945	3.874
Differenz absolut	CH ₄	0,06	0,01	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	-0,05
	CO ₂ [Gg]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179,14
	N ₂ O	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,002
	THG [Gg CO ₂ -Äq.]	1,32	0,20	0,75	0,69	0,51	0,33	0,19	177,43
Differenz relativ	CH ₄	10,28	1,72	7,31	8,41	6,12	4,01	2,26	-14,08
	CO ₂ [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,66
	N ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-2,83
	THG	0,03	0,00	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	4,58

3.2.11.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.4)

Für die Berichterstattung zu den *stationären Feuerungen* sind derzeit keine Verbesserungen geplant.

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.4.ciii widerspiegeln.

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		2010		Trend
				Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
all fuels	CO ₂	L	T	11.811,1	(0,97%)	1.297,6	(0,14%)	-89,01%
all fuels	CH ₄	-	-	235,6	(0,02%)	4,4	(0,00%)	-98,15%
all fuels	N ₂ O	-	-	70,4	(0,01%)	9,4	(0,00%)	-86,71%

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.

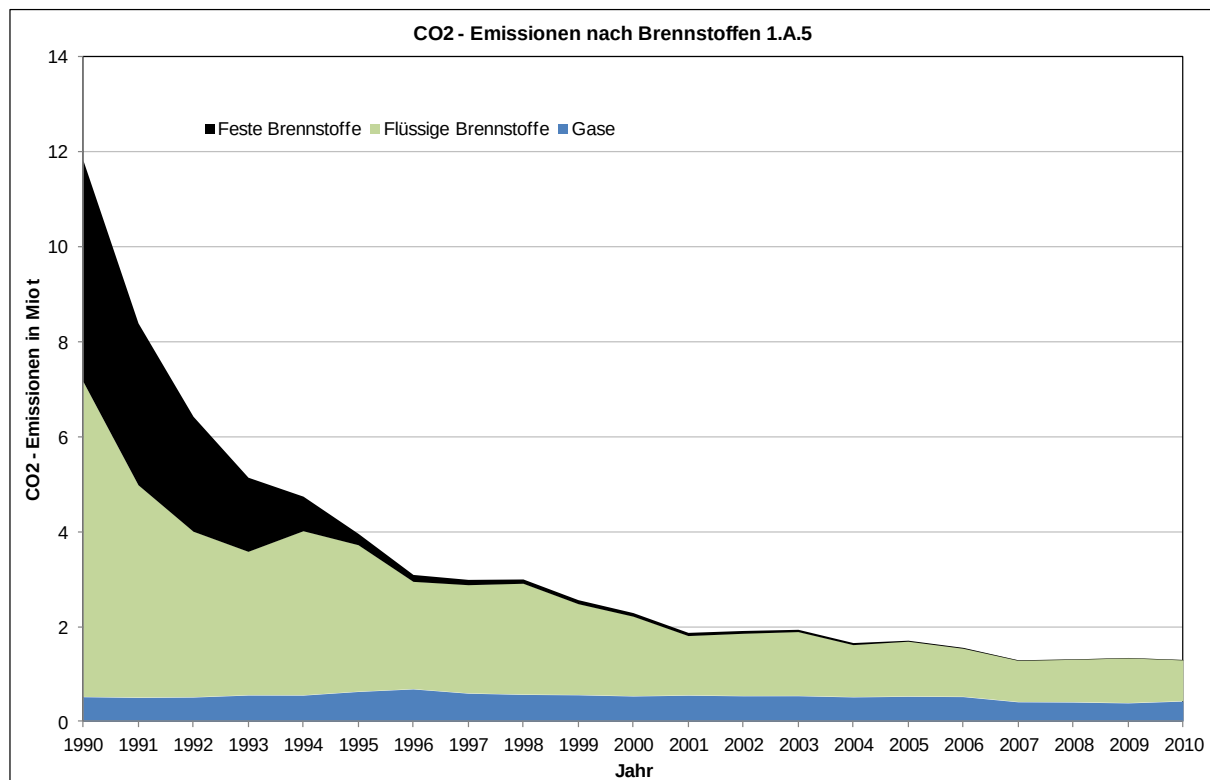


Abbildung 37: Entwicklung der CO₂-Emissionen der Quellgruppe 1.A.5

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 Bundesministeriums der Verteidigung (BMVg, 2011) zurückgegriffen, das dem UBA den „Energieeinsatz zur Wärmeerzeugung in der Bundeswehr“ nach Brennstoffen 2000-2010 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. Für das Berichtsjahr 2008 wurde für die Quellgruppe 1.A.5.a erstmalig 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, 2011). 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.

Mit der vorliegenden Berichterstattung werden erstmals 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 79 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 18.6 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 79: 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

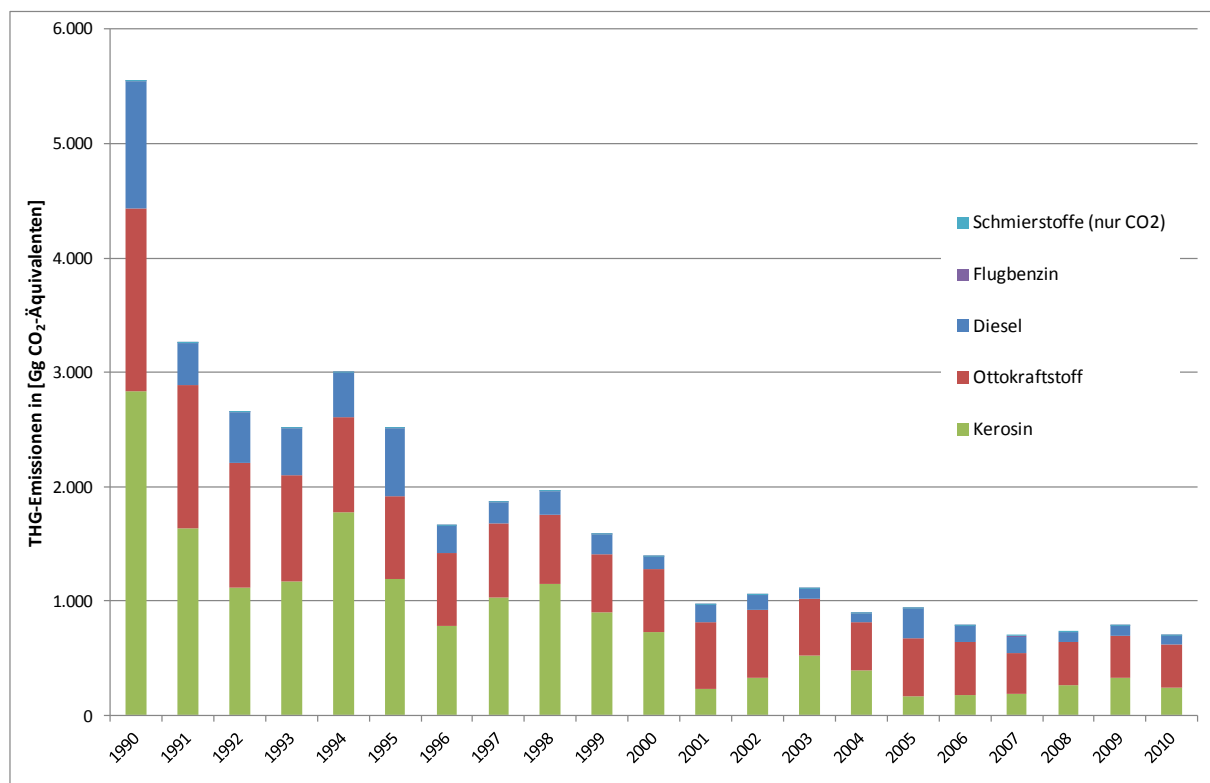


Abbildung 38: Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des militärischen Verkehrs 1990-2010

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 sind 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 keine Rückrechnungen erforderlich.

Für den **militärischen Verkehr (1.A.5.b „Mobile“)** erfolgten nur minimale Rückrechnungen gegenüber der Berichterstattung 2011 aufgrund von Korrekturen an den Aktivitätsdaten für Kerosin und Flugbenzin im Nachkommabereich.

Tabelle 80: Korrektur der Aktivitätsraten für Flugbenzin 1995 - 2008

	Einheit	1995	2000	2005	2006	2007	2008
Submission 2012		6,350	1,090	0,260	2,480	14,840	0,000
Submission 2011	[TJ]	6,353	1,088	0,261	2,480	14,839	0,000
Differenz absolut		-0,003	0,002	-0,001	0,000	0,001	0,000
Differenz relativ	[%]	-0,053	0,193	-0,420	-0,017	0,007	0,000

Tabelle 81: Korrektur der Aktivitätsraten für Kerosin 1995 - 2008

	Einheit	1995	2000	2005	2006	2007	2008
Submission 2012		16.143	9.862	2.200	2.441	2.554	3.597
Submission 2011	[TJ]	16.143	9.862	2.200	2.441	2.554	3.597
Differenz absolut		-0,240	0,000	0,000	0,000	0,002	-0,002
Differenz relativ	[%]	-0,0015	0,0000	0,0000	0,0000	0,00006	-0,00004

Tabelle 82: resultierende Neuberechnung der THG-Emissionen 1995 - 2008

	Einheit	1995	2000	2005	2006	2007	2008
Submission 2012		2.518	1.384	930	784	691	734
Submission 2011	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	2.518	1.384	930	784	691	734
Differenz absolut		-0,0180	0,0001	-0,0002	0,0001	0,0000	-0,0002
Differenz relativ	[%]	-0,0007	0,00001	-0,00002	0,00001	0,00000	-0,00003

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, 2011).

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 bedeutendste Emission innerhalb der Quellkategorie Feste Brennstoffe darstellt, ist bei den diffusen Emissionen von Öl und Erdgas zusätzlich Kohlendioxid und NMVOC von Bedeutung. Die Quellkategorie 1.B. ist keine Quelle für fluoridierte Gase.

Die **Kohlendioxid**emissionen sind gegenüber 1990 um 3 % gesunken. Wesentliche Faktoren sind hierbei die Sauer gasaufbereitung (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 Gas aufbereitung und sind sehr gering. Aufgrund der verbesserten Technik bei der Förderung sind die Emissionen gegenüber 1990 um 80 % 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 die Methanemissionen der Kategorie 1.B über 67 % gesunken.

Die Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen (**VOC**) sind seit 1990 um knapp 66 % 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 39 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. 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 über 90 % 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.

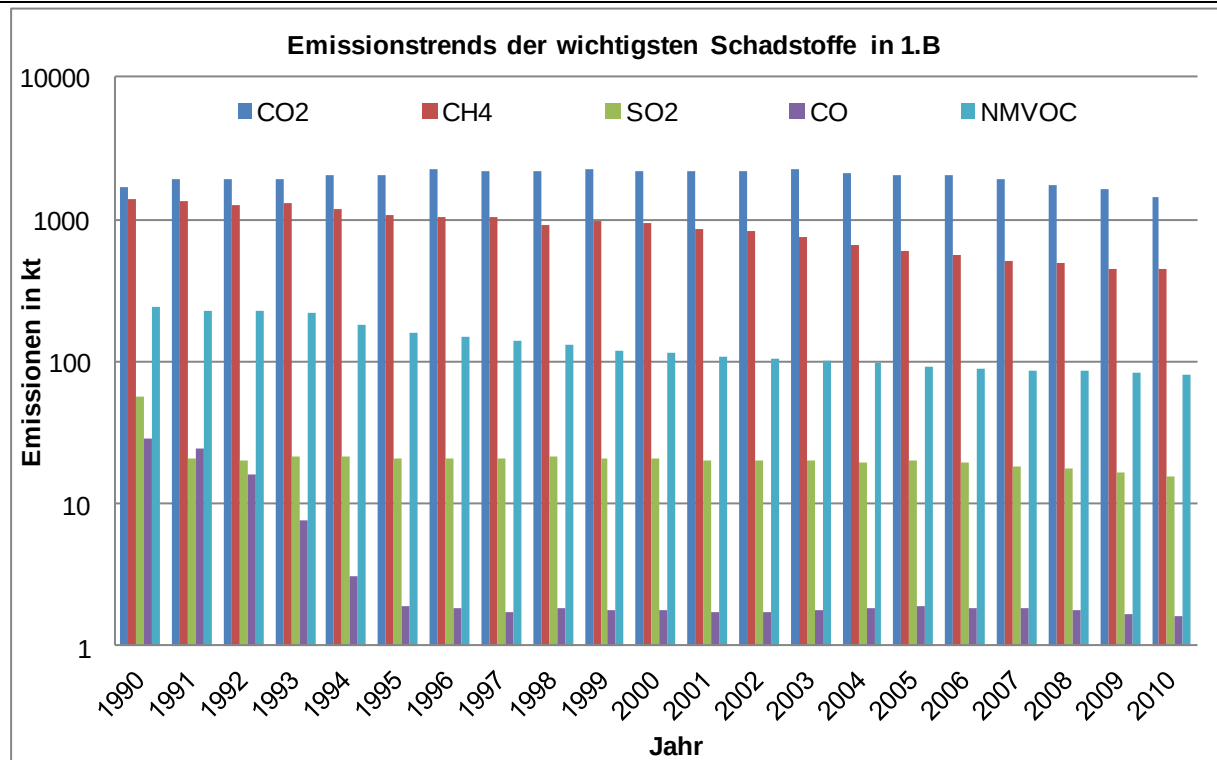


Abbildung 39: Emissionen für CO₂, CH₄, NMVOC, SO₂ und CO der Quellgruppe 1.B²⁷.

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 83 ist das Schema der Quellgruppenzuordnung sowie der zugehörigen Berechnungsverfahren (Tabelle 84) aufgezeigt.

²⁷ der Übersichtlichkeit wegen sind die N₂O Emissionen hier nicht mit aufgeführt. Sie fallen von 3555kg im Jahr 1990 auf 2914kg im Jahr 2009

Tabelle 83: 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 84 die berechneten Werte für und Informationen zur Herkunft der Aktivitätsdaten das Jahr 2010 bereit.

Tabelle 84: Berechnung von Methanemissionen aus dem Kohlenbergbau für 2009

			Aktivitätsdaten [Mt]	CH ₄ -Emissionen [Gg]
1.B.1.a. Kohlenbergbau			182,30 (= 1.B.1.a.i + 1.B.1.a.ii)	= 1.B.1.a.i + 1.B.1.a.ii = 129,88+1,86 = 131,84
i.	Tiefbau		12,900 ²⁸ Steinkohlen-Förderung 1)	= bergbauliche und anschließende bergbauliche Tätigkeiten = 122,55 + 7,43 = 129,98
		bergbauliche Tätigkeiten		= AR * EF = 12,900 * 9,5 = 122,55
		anschließende bergbauliche Tätigkeiten		 = 7,43
	ii.	Tagebau	169,4 Braunkohlenförderung 1)	= bergbauliche Tätigkeiten = 1,86
		bergbauliche Tätigkeiten		= AR * EF = 169,4 * 0,011 = 1,86
		anschließende bergbauliche Tätigkeiten		(enthalten in 1.B.1.a.ii) IE
1.B.1.b. Umwandlung von Kohle - Veredelung			14,40 Summe an Veredelungs- produkten 2) 1)	AR _{Steink.Prod.} *EF _{Steink.Prod.} + AR _{Braunk.Prod.} *EF _{Braunk.Prod.} = 8,15 * 0,049 + 6,25 * 0 = 0,40
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		2010		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
solid fuels	CH ₄	L T/T2	18.415.2	(1.51%)	2.769.9	(0.29%)	-84.96%

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.

²⁸ 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 2010 wurden bei diesem JI-Projekt von 0,26 Gg CH₄ rd. 0,2 Gg CH₄-Emissionen vermieden.

Im Jahr 2010 betrug die Förderung von Steinkohlen rund 13 Mio. t verwertbare Förderung. Die Förderung von Braunkohlen lag im Jahr 2010 bei 170 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. 0,3 %.

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 9,5 kg/t (2010)

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 85 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 85: Emissionsfaktoren für CH₄ aus dem Kohlenbergbau für das Jahr 2009

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	20,62	13,82	0,016	0,011
CH ₄ aus Förderung abzüglich verwertetes Grubengas	14,18	9,5	-	-
CH ₄ aus Lagerung	0,87	0,58	-	-
CH ₄ aus Bergbau	15,05	10,08	0,016	0,011
(Förderung und Lagerung abzüglich Grubengasnutzung)				

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, quellspezifisch (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		2010		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
solid fuels	CH ₄	-	-	18,1 (0.00%)	8,4 (0.00%)	-53.52%	

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. Bei CO gab es gegenüber der Resubmission 2010 eine Methodenänderung, weil die bisher verwendeten Emissionsfaktoren die tatsächlichen Emissionen deutlich überschätzten, und zudem die Herkunft der Emissionen nicht richtig widerspiegeln. So wurden bis zur Resubmission 2010 in 1.B.1.b höhere CO-Emissionen als in 1.A.1.c berichtet; tatsächlich sind die CO-Emissionen aus diffusen Quellen laut BFI (2012) aber etwa um den Faktor 55 kleiner als die Emissionen aus der Unterfeuerung (1.A.1.c), für die durch die Übernahme der vom BFI ermittelten Emissionsfaktoren zudem in den Jahren 1990 bis 2007 ebenfalls um 3 % bis 22 % niedrigere Werte berechnet werden (siehe Kapitel 3.2.8.5).

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:

$$\text{Emissionen [Gg CH}_4\text{]} =$$

$$EF [m^3 CH_4 / t] * AR_{\text{Veredelungsprodukt}} * \text{Umrechnungsfaktor} [Gg/10^6 m^3]$$

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 ⇔ Kilogramm:

$$0,717 \text{ Nm}^3/\text{kg} (1,01325 \text{ bar}, 0^\circ\text{C}) = 0,67 \text{ Gg}/10^6 \text{ m}^3 (20^\circ\text{C}, 1 \text{ Atmosphäre}) * 1,07 \text{ Nm}^3/\text{m}^3$$

3.3.1.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.1.b)

Aufgrund der unter Kapitel 3.3.1.2.2 beschriebenen Methodenänderung gegenüber der Resubmission 2010 wurde eine Rückrechnung der in 1.B.1.b berichteten CO-Emissionen aus Kokereien durchgeführt. Aus Transparenzgründen werden in der nachfolgenden Tabelle 86 die Änderungen der CO-Emissionen aus Kokereien in beiden relevanten Quellgruppen (1.B.1.c und 1.A.1.c) nebeneinander dargestellt. Während die in 1.B.1.b berichteten CO-Emissionen aus Kokereien auf 0,9% – 1,5% der Werte aus der Resubmission 2010

zurückgehen, nehmen die insgesamt berichteten CO-Emissionen aus Kokereien nur um 55% – 67% ab (vergleiche Kapitel 3.2.8.5).

Tabelle 86: Rückrechnung der CO-Emissionen (1.B.1.b)

	1 A 1 c (Summe aller Brennstoffe)	1 B 1 b (produkt- bezogener EF)	Summe	1 A 1 c (produkt- bezogene EF)	1 B 1 b	Summe	1 A 1 c	1 B 1 b	Summe
1990	17.063	28.128	45.191	14.556	264	14.820	-2.507	-27.864	-30.371
1991	14.768	22.788	37.556	13.013	236	13.249	-1.755	-22.552	-24.307
1992	13.871	19.148	33.018	12.196	221	12.417	-1.675	-18.927	-20.602
1993	11.368	13.890	25.258	10.001	181	10.182	-1.367	-13.709	-15.076
1994	10.442	10.919	21.361	9.041	164	9.205	-1.401	-10.755	-12.156
1995	11.346	11.102	22.448	9.192	167	9.359	-2.153	-10.935	-13.089
1996	11.014	10.662	21.676	8.828	160	8.988	-2.186	-10.502	-12.688
1997	10.759	10.744	21.503	8.896	161	9.057	-1.863	-10.583	-12.446
1998	10.207	10.280	20.487	8.512	154	8.666	-1.695	-10.126	-11.821
1999	8.543	8.568	17.111	7.094	129	7.223	-1.449	-8.439	-9.888
2000	9.448	9.115	18.563	7.547	137	7.684	-1.901	-8.978	-10.879
2001	7.760	7.265	15.025	6.015	109	6.124	-1.744	-7.156	-8.900
2002	7.689	7.226	14.915	5.983	108	6.092	-1.706	-7.118	-8.824
2003	6.703	7.827	14.530	6.481	117	6.598	-222	-7.710	-7.932
2004	7.357	8.462	15.819	7.007	127	7.133	-351	-8.335	-8.686
2005	7.311	8.397	15.708	6.953	126	7.079	-358	-8.271	-8.629
2006	7.219	8.370	15.589	6.930	126	7.056	-289	-8.244	-8.533
2007	7.720	8.441	16.161	6.989	127	7.116	-731	-8.314	-9.045

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		2010		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
solid fuels	CH ₄	-	T	1.806,8	(0,15%)	15,1	(0,00%)	-99,17%

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 (liegt 2010 bei 0,43 % 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.

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 255,4 Mio. m³ in 2010 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.

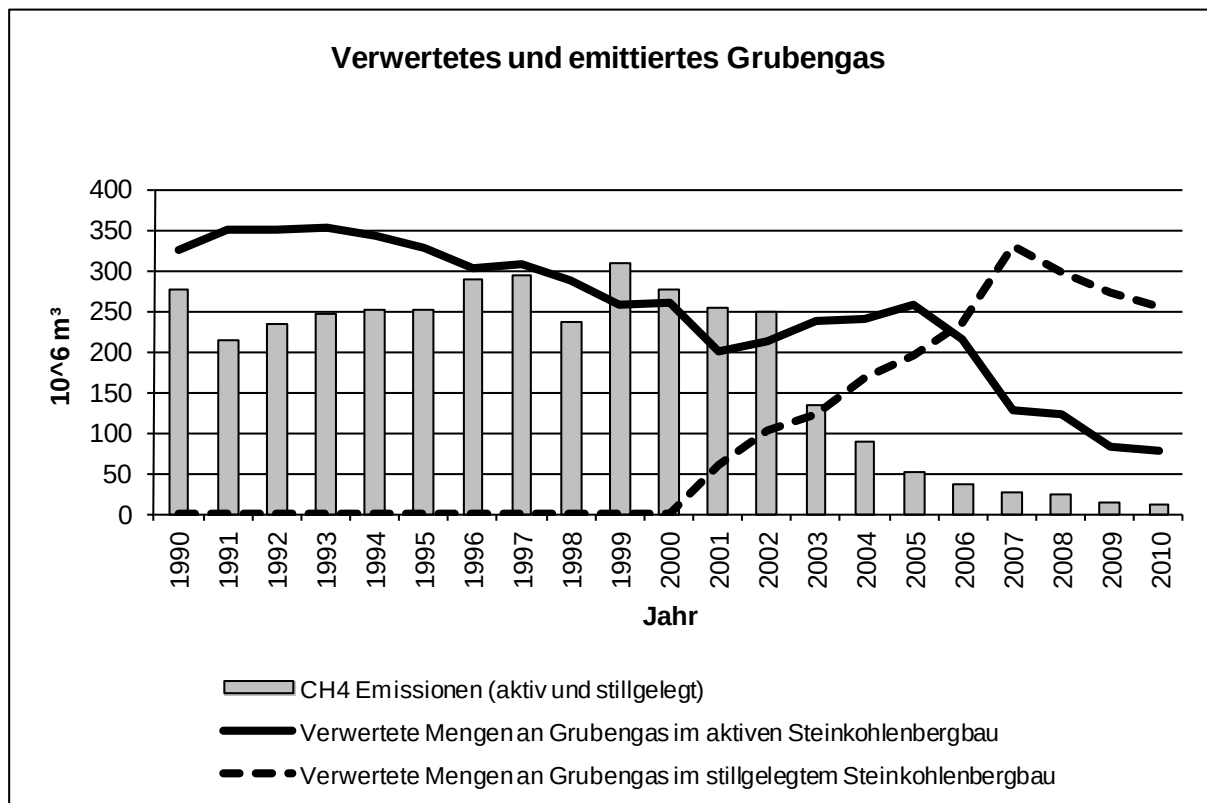


Abbildung 40: Gegenüberstellung von verwertetem und emittiertem CH₄ aus Grubengas

Die Menge des verwerteten Grubengases muss in der Emissionsberichterstattung separat von der freigesetzten Menge von CH₄, jeweils bezogen auf aktive und stillgelegte Bergwerke erfasst werden und im Bereich 1.A. als energetische Verwertung mit entsprechenden Emissionen (verrechnet) angegeben werden.

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 CH₄-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 Quellspezifische 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 Quellspezifische 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 Anteil an CO_2 mit dem Grubengas entweicht.

3.3.1.3.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.1.c)

Über die Höhe der diffusen Methanemissionen aus stillgelegten Bergwerksteilen liegen wissenschaftliche Schätzungen vor. Fachleute gehen bisher von rund 260 Mio. m^3 aus, von denen rund 0,5 bis 1 Mio. m^3 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.

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) beziehungsweise nach der einfachen Methode (EMEP) ermittelt.

Zur Verbesserung der Emissionsberichterstattung wurde im Hauptprozess „Festlegung der Berechnungsgrundlagen“ (vgl. UBA 2005d: S. 24) noch vor der Inventarerstellung zur Erfüllung der unterschiedlichen Berichtspflichten ein neuer Ansatz zu den Methoden des IPCC und des EMEP entwickelt. Dieser Ansatz zur Methode der Bestimmung der Emissionen unter dem **Arbeitstitel Logistik** wurde im NIR 2008 umfassend beschrieben.

3.3.2.1 Rückrechnungen und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2 alle)

Neue Erkenntnisse im Bereich Exploration, Förderung und Aufbereitung von Erdöl und Erdgas haben zu Rückrechnungen im Bereich der -Emissionen unter den entsprechenden Quellgruppen geführt. Vor allem bei den NMVOC-Emissionen haben sich dadurch massive Änderungen unter 1.B.2.a.ii ergeben. Weiterhin wurden unter 1.B.2.a.v spezifischere Emissionsfaktoren für CH₄- und NMVOC im Bereich Umschlag von Kraftstoffen zur Berechnung der Emissionen benutzt.

Unter 1.B.2.b.v „Anwendung von Erdgas“ konnten mittels Auswertung eines Forschungsvorhabens die Methan-Emissionen den Subquellgruppen zugeordnet werden.

Tabelle 87: Rückrechnungen für Kohlendioxid, Methan und NMVOC für die Quellgruppe 1.B.2

1.B.2 Öl und Erdgas	CO ₂		CH ₄		NMVOC	
	1990	2009	1990	2009	1990	2009
Submission 2011	1.715,1 kt	1.658,0 kt	362,9 kt	349,7 kt	286,3 kt	123,7 kt
Submission 2012	1.690,6 kt	1.637,3 kt	406,0 kt	315,8 kt	235,4 kt	82,4 kt
Differenz	-1%	-1%	+12%	-10%	-18%	-33%

3.3.2.2 Geplante Verbesserungen (1.B.2, alle)

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. Die Verifikation von Emissionsfaktoren aus der Lagerung von Erdgas ist weiterer Gegenstand von Forschungsprojekten. Geplant ist zudem, die Emissionsfaktoren aus der Gasverteilung zu verifizieren.

3.3.2.3 Öl (1.B.2.a)

CRF 1.B.2.a	Gas	HK	1990		2010		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
liquid fuels	CH ₄	-	-	716,7 (0,06%)	272,8 (0,03%)	-61,94%	
liquid fuels	CO ₂	-	-	1,4 (0,00%)	1,3 (0,00%)	-7,58%	

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
NMVOC	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 2010 wurden 16 erfolgreiche Bohrungen mit einer

Gesamtbohrleistung von 51.410,75 m niedergebracht. (Jahresbericht des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V., WEG, 2011: 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)

Die Emissionen für erfolgreiche Bohrungen (WEG, 2011) werden 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.

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.

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.

3.3.2.3.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.i)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.3.2.3.1.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (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
NMVOG	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 2010 nach Angaben des Jahresberichts des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung (WEG, 2011) 2,5 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 Wassereinpressung in die Lagerstätte). Die im WEG-Jahresbericht 2010 ausgewiesenen Emissionsfaktoren (CO₂ ca. 100 kg/t und CH₄ ca. 0,11 kg/t) beinhalten sowohl die Emissionen aus der externen Energieerzeugung (nicht Gegenstand der Berichterstattung in dieser Quellgruppe) als auch die eigentlichen Emissionen aus der Förderung. Die Emissionen aus der Förderung und der Vorbehandlung konnten mittels Expertengespräche zwischen UBA und WEG jedoch für die Berichterstattung 2012 ermittelt werden.

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 10%.

3.3.2.3.2.4 Quellenspezifische 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.

3.3.2.3.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.ii)

Rückrechnungen sind für alle Schadstoffe erfolgt. Grund hierfür ist die Umstellung von Default-Faktoren auf CS-Faktoren. Besonders signifikant zeigt sich dies bei den NMVOC-Emissionen.

	CO ₂ [Gg]		CH ₄ [Gg]		NMVOC [Gg]	
	1990	2009	1990	2009	1990	2009
Submission 2011	1,1 kt	0,9 kt	10,3 kt	7,6 kt	52,7 kt	40,9 kt
Submission 2012	1,4 kt	1,4 kt	0,1 kt	0,02 kt	0,5 kt	0,2 kt
Differenz	0,3 kt	0,5 kt	10,2 kt	7,6 kt	52,2 kt	40,7 kt

3.3.2.3.2.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (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
NMVOC	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 2009 von ca. 100,6 Mio. t Rohöl (MWV 2011, S.38ff.).

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 Binnentankschiffen wurden 2010 laut *STATISTISCHEM BUNDESAMT* Fachserie 8, Reihe 4, Tabelle 2.1, Nummer 31, Spalte Gesamtverkehr 5.600 t Rohöl befördert.

3.3.2.3.3.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.iii)

Die **Emissionsfaktoren** für Methan wurden mittels Schätzung von Experten auf 0,011 kg/t ermittelt.

3.3.2.3.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.iii)

Die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren betragen 20%.

Die Methan-Emissionen weisen vom Jahr 1997 zu Jahr 1998 einen erheblichen Sprung auf. Dies lässt sich damit erklären, dass erst ab 1998 dem WEG Messwerte zum Ableiten der Emissionsfaktoren vorliegen. Für die Jahre zuvor wurde zum einen der Wert von 6,75 g/t aus den GPG (2000) benutzt, zum anderen ein Wert aus der Literatur (SCHÖN UND WALTZ, 1993).

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.

3.3.2.3.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.iii)

Rückrechnungen sind aufgrund der verbesserten Emissionsfaktoren für Methan und NMVOC erfolgt. CO₂-Emissionen treten nach Expertenbefragung nicht auf.

3.3.2.3.3.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.a.iii)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2 (Kapitel 3.3.2.2).

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)**Verarbeitung**

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 Rohölgesamteinsatz betrug 113,2 Mio. t für das Jahr 2009. (MWV, 2010: S. 47).

Lagerung*Tanklager in Raffinerien*

Raffinerietanklager enthalten sowohl Rohöle als auch Zwischen- und Fertigprodukte und unterscheiden sich daher von raffineriefernen Tanklagern sowohl hinsichtlich der gelagerten Produkte als auch der umgeschlagenen Mengen. In den Mineralöltanklagern der Raffinerien betrug die Lagerkapazität im Jahr 2010 in Deutschland 22.489.679 m³ (BAFA, 2011).

Die Emissionen stammen vorwiegend aus den Förder- und Dichtsystemen in Raffinerien.

Zu Tanklagern in Raffinerien können Zwischenergebnisse aus dem Forschungsprojekt²⁹ „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 2010 in Deutschland 43.206.560 m³ (BAFA, 2011).

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.

²⁹ 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.

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-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 s

Lagerung

Tanklager in Raffinerien

Nach Müller-BBM (Teilvorhaben Lageranlagen, 2009b) wird für die Abschätzung der Emissionen aus der Lagerung in Raffinerien als Aktivitätsrate die Rohöldestillationskapazität (im Jahr 2010 ca. 118 Mio. t; MWV, 2011, S. 27) 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 2009 ergeben sich daraus NMVOC-Emissionen von 16.992 t und CH₄-Emissionen von 1.888 t.

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 raffineriefern Tanklagern kann zwischen der Lagerung von flüssigen und gasförmigen Mineralölprodukten unterschieden werden, da die Daten in der entsprechenden Differenzierung vorliegen. (Müller-BBM, 2009b)

Es lassen sich demnach folgenden Emissionsfaktoren abschätzen:

	NMVOC	CH ₄	Einheit
Lagerung – flüssige Mineralölprodukte	100	5	g/m ³
Lagerung – gasförmige Mineralölprodukte	500	150	g/m ³

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 Experten des WEG und der 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 *Quellenspezifische 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.

Für die Quellgruppe 1.B.2.a.iv (hier mit 1.B.2.a.ii, iii und v) ergibt der Vergleich mit den IPCC-Default-Werten (IPCC 1996b) eine gute Übereinstimmung. In Tabelle 1.62 (ebd.: S. 1.130) werden Emissionsfaktoren für diesen Bereich in Summe von 110 bis 1.660 kg/PJ angegeben. Wird der deutsche Emissionsfaktor aus dem Jahr 2008 von 0,018 kg CH₄/t Rohöl mit dem unteren Heizwert von Rohöl (42,7 MJ/kg) umgerechnet, ergibt sich ein Emissionsfaktor von 467,5 kg/PJ. Dieser Wert liegt innerhalb der Spannweite des Default-Emissionsfaktors im Reference Manual. Ebenso zeigt der von Österreich für das Jahr 2000 angegebene Emissionsfaktor von 0,033 kg/t Rohöl eine gute Übereinstimmung mit dem landesspezifisch für Deutschland ermittelten Emissionsfaktor.

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 *Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.iv)*

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.3.2.3.4.6 *Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (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
NMVOC	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 2010 auf 112.018.000 t (MWV 2011, S. 51). Der Inlandsabsatz von Ottokraftstoff betrug im Jahr 2010 nach dem MWV (ebd.) 19.634.000 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 14.744 Tankstellen (MWV 2011), an denen im Jahr 2010 etwa 19,6 Mio. t Ottokraftstoff sowie 32,1 Mio. t Diesel abgesetzt wurden.

Tabelle 88: Aktivitätsraten zur Berechnung der Emissionen unter 1.B.2.a.v

Aktivitätsraten	1990	2010	Veränderung
Tankstellenbestand	19.317	14.744	- 24 %
Verteilung von Ottokraftstoff	31.257 kt	19.634 kt	- 37 %
Verteilung von Dieselkraftstoff	21.817 kt	32.128 kt	+ 47 %

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).

Tabelle 89: Emissionsfaktoren für Betankung und Umfüllen/Lagerung von Ottokraftstoffen

Emissionsfaktor (2010)	CH ₄	NMVOC
Betankung	0,2053 kg/t	1,848 kg/t
Umfüllen/Lagerung von Ottokraftstoffen	0,52 kg/t	4,68 kg/t
Umfüllen/Lagerung von Dieselkraftstoffen	0,3 g/t	2,7 g/t

Der erfolgreiche Einsatz vorgeschriebener Minderungstechniken wie die Installation von Gaspendelungs- (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 6.000 Tonnen (2009) und der 21. BImSchV von annähernd 60.000 Tonnen (1993) auf ca. 9.500 Tonnen (2009) 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.

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 Aktivkohleadsorption 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 Emissionsfaktor von 0,74 g/t werden bei diesem Vorgang lediglich 15 t Methan emittiert.

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 des WEG und 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 Quellenspezifische 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.

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)

Die Betrachtung von Umschlagvorgängen bei der Betankung von Flugzeugen und Verteilung von leichtem Heizöl sowie bei Tankvorgängen mit Dieselmotorkraftstoff sowie der Berücksichtigung von Tropfverlusten bei der Betankung von Fahrzeugen haben zu Rückrechnungen geführt. Eine Übersicht über Art und Umfang der in CRF 1.B.2 erfolgten Rückrechnungen findet sich in Kapitel 3.3.2.1.

	NMVOC [Gg]		CH ₄ [Gg]	
	1990	2009	1990	2009
Submission 2011	130,3 kt	15,7 kt	14,5 kt	1,7 kt
Submission 2012	136,6 kt	21,5 kt	15,2 kt	2,4 kt
Differenz	6,3 kt	5,8 kt	0,7 kt	0,7 kt

3.3.2.3.5.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.a.v)

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.

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

3.3.2.3.6.5 *Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.vi)*

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.3.2.3.6.6 *Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (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		2010		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Gaseous Fuels	CH ₄	L	-T2	7.400,1 (0,61%)	6.173,9 (0,65%)	-16,57%	
Gaseous Fuels	CO ₂	-	-	1.408,7 (0,12%)	1.166,0 (0,12%)	-17,22%	

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
NMVOG	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 *Quellenspezifische 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 und dem Trend.

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 2010 wurden in Deutschland 12,7 Mrd. m³ Erdgas gefördert (WEG 2011, 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 mitgeführtes Lagerstättenwasser, flüssige Kohlenwasserstoffe und Feststoffe ab. Der noch verbliebene Wasserdampf wird dem Gas unter Verwendung von Glykol entzogen (WEG 2008a³⁰, 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.

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. 927.353 Tonnen im Jahr 2009 (WEG, 2011, S. 51).

³⁰ WEG 2008a: Erdgas-Erdöl, Entstehung-Suche-Förderung, Hannover, 34 S.

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.

Sauergas

Zur Berechnung der CO₂- und CH₄-Emissionen aus der Sauergasaufbereitung wird ein Splitfaktor bezogen auf die Aktivitätsrate (gesamte Erdgasförderung = 12,7 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.

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 von Experten des WEG und 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.

3.3.2.4.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.ii)

Eine Übersicht über Art und Umfang der in CRF 1.B.2 erfolgten Rückrechnungen findet sich in Kapitel 3.3.2.1.

	CO ₂		CH ₄	
	1990	2009	1990	2009
Submission 2011	1422,4 kt	1351,1 kt	57,5 kt	40,9 kt
Submission 2012	1408,7 kt	1336,2 kt	59,9 kt	3,8 kt
Differenz	-13,7 kt	-14,9 kt	+2,4 kt	-37,1 kt

3.3.2.4.2.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (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 und dem Trend.

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 (Fernhochdruckrohrleitungen)**

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 zum einen im *Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung* (WEG, Leitungen von der Förderstation zum Gasversorger) und zum anderen im *Bundesverband der Gas- und Wasserwirtschaft* (BGW, Leitungen der Gasversorger zum Endverbraucher) organisiert.

Behälter (Tanks) und deren Beförderung über Binnentankschiff, Straßentankwagen und Eisenbahnkesselwagen

Gas zur Weiterleitung an Zwischenlager sowie an Anlagen und Betrieben der Verarbeitung, bevor es an die Kunden über Rohrleitungen oder in Behältern verteilt wird (siehe hierzu Quellgruppe 1.B.2.b.iv), findet in Deutschland über Tanks und deren Beförderung mittels Binnentankschiffen statt. Es erfolgt keine Weiterleitung in Tanks über die Beförderung mit Straßentankwagen oder Eisenbahnkesselwagen, da diese Weiterleitung in Anbetracht der Mengen nicht üblich ist (siehe hierzu Quellgruppe 1.B.2.b.iv, Kapitel 3.3.2.4.4).

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 21 Mrd. m³. Ein weiterer Ausbau ist im Gange (vgl. WEG, 2011: S. 23).

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.

3.3.2.4.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.iii)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.3.2.4.3.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (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 und dem Trend.

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, die Gas verbrauchen, 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 85 % erweiterten Verteilungsnetzes um zirka 4 % 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 90: Gasverteilungsnetz und verursachte Methanemissionen

Parameter	1990	1995	2000	2005	2010
Gesamtlänge Leitungsnetz [km]	245.852	320.878	369.390	411.954	456.124
Methangesamtemission [t]	199.567	204.309	192.281	190.904	192.362
Implizierter Emissionsfaktor [kg/km]	811,7	636,7	520,5	463,4	421,7
Änderung des Emissionsfaktors zum Basisjahr	0 %	22 %	36 %	43 %	48 %

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 Binnentankschiff, 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 Duktilgussbereich. 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 91: Struktur des Gasverteilungsnetzes

Verteilungsnetz		Länge des Verteilungsnetzes		
Druckstufe	Material	1990 [km]	2010 [km]	Änderung [%]
Niederdruck	Grauguss	17.260	809	-95
	Kunststoff	23.894	42.445	+78
	Stahl und Duktiguss	119.761	164.969	+37
Mitteldruck	Kunststoff	43.307	179.319	+414
	Stahl und Duktiguss	41.622	68.582	+65
Insgesamt		245.844	456.124	+86

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 Binnentankschiffen, 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 eignen sich künstliche oberirdische Speicher, in Deutschland stehen hierzu Kugelspeicher zur Verfügung.

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.

3.3.2.4.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.iv)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

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 und dem Trend.

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.

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.).

3.3.2.4.5.4 Quellenspezifische 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.

3.3.2.4.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.v)

Aufgrund der Differenzierung nach Haushalten/Kleinverbrauchern und Industrie und aufgrund der neuen landesspezifischen Emissionsfaktoren gab es Rückrechnung über die komplette Zeitreihe.

3.3.2.4.5.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (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		2010		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
venting & flaring	CH ₄	-	-	409,3 (0,03%)	138,2 (0,01%)	-66,22%	
venting & flaring	CO ₂	-	-	280,5 (0,02%)	283,5 (0,03%)	1,07%	
venting & flaring	N ₂ O	-	-	1,1 (0,00%)	0,2 (0,00%)	-80,98%	

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 werden auf Grundlage des Forschungsberichts „Stand und Entwicklung von Treibhausgasemissionen in den Vorketten für Erdöl und Erdgas“ (ÖKO-

INSTITUT e.V. 2006a) ermittelt und für den Bereich Förderung durch Expertengespräche mit dem WEG verifiziert.

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.

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).

3.3.2.4.7.5 Quellspezifische 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, quellspezifisch (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.

Die SO₂-Emissionen werden ermittelt aus der Aktivitätsrate von 12.092 Tsd. m³ abgefackeltes Erdgas (WEG 2011, S. 45) und einem Emissionsfaktor von 0,140 kg/ 1000 m³, welcher einen durchschnittlichen H₂S-Gehalt von 5 Vol. % berücksichtigt.

Emissionen bei der Entlüftung werden in der Quellgruppe 1.B.2.b.iii berücksichtigt.

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).

3.3.2.4.8.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.c.ii)

Nach Anmerkungen des Expert Review Teams (ERT) während des In-Country Reviews 2010 wurden Rückrechnungen für Lachgasemissionen mit Hilfe der Emissionsfaktoren aus den IPCC Good Practice Guidance 2000 (Tabelle 2.16) für die Abfackelung bei der Förderung sowie Gasaufbereitung vorgenommen.

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 2010 waren 21 tiefe Geothermieranlagen mit einer elektrischen Leistung von 7,34 MW und 188 MW thermischer Leistung in Betrieb, 13 Anlagen mit einer elektrischen Leistung von 42,2 MW und 210 MW thermischer Leistung befinden sich im Bau und weitere 81 Anlagen mit einer geplanten Kapazität von 76 MW elektrischer Leistung und 196 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 H_2 , CH_4 , CO_2 und H_2S – 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 2010 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 H_2 , CH_4 , CO_2 und H_2S 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)

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.

Bei der geothermischen Strom- und Wärmeerzeugung in Niedertemperatur-Wärmekraftwerken 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.

4 INDUSTRIEPROZESSE (CRF SEKTOR 2)

4.1 Übersicht (CRF Sektor 2)

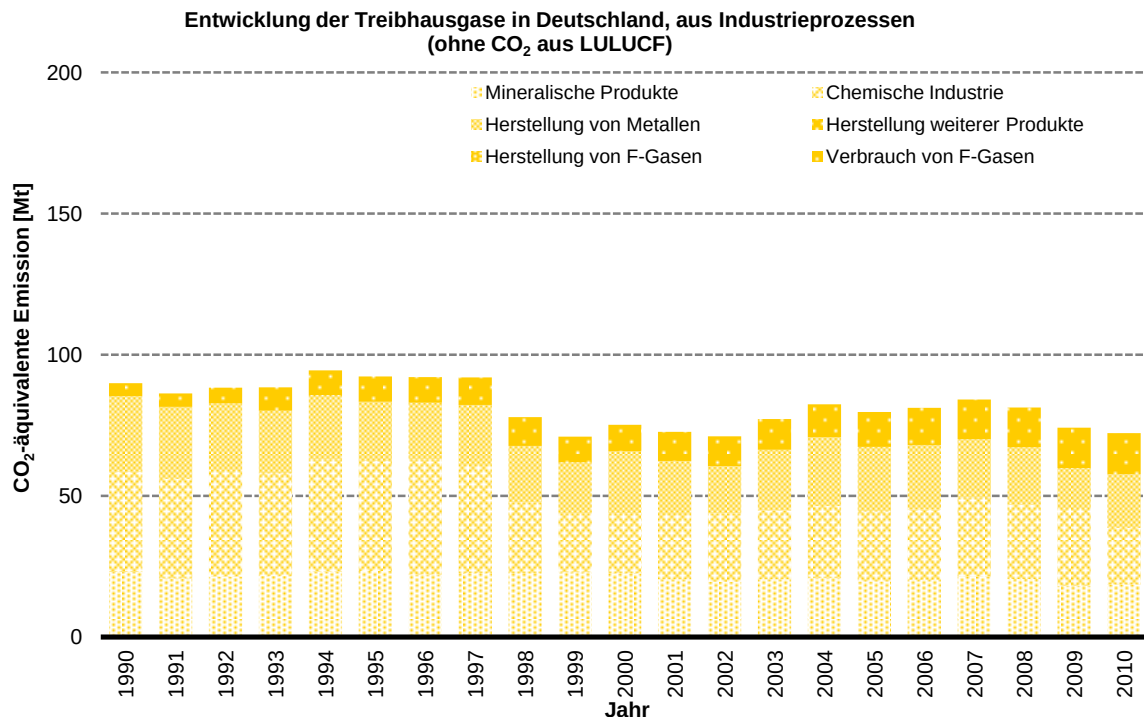


Abbildung 41: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 2

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 Zementproduktion (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 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		2010 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Trend
		L	T					
Clinker Production	CO ₂			15.145,8	(1,24%)	12.187,7	(1,28%)	-19,53%

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.

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 2010 22.996 kt³¹. 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 12.188 kt CO₂ im Jahr 2010.

³¹ Vorläufiger Wert (gerundet).

Tabelle 92: Produktion und CO₂-Emissionen der deutschen Zementindustrie

Jahr	Klinkerproduktion	Emissionsfaktor	Rohstoffbedingte CO ₂ -Emissionen	Zementproduktion (aus deutschem Klinker)
	[kt/a]	[t CO ₂ /t]	[kt/a]	(kt/a)
1990	28.577	0,53	15.146	37.772.000
1991	25.670		13.605	34.341.000
1992	26.983		14.301	37.331.000
1993	27.146		14.387	36.649.000
1994	28.658		15.189	40.512.000
1995	29.072		15.408	35.862.276
1996	27.669		14.664	34.318.315
1997	28.535		15.124	34.147.612
1998	29.039		15.391	35.601.157
1999	29.462		15.615	37.438.106
2000	28.494		15.102	35.413.823
2001	25.227		13.370	32.117.712
2002	23.954		12.696	31.009.278
2003	25.233		13.373	32.749.441
2004	26.281		13.929	31.853.656
2005	24.379		12.921	31.009.226
2006	24.921		13.208	33.629.885
2007	26.992		14.306	33.382.323
2008	25.366		13.444	33.581.301
2009	23.232		12.313	30.441.010
2010	22.996		12.188	29.914.868

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 92 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 92 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		2010		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
Limestone and Dolomite	CO ₂	L	-/T2	6.176,5	(0,51%)	5.019,3	(0,53%)	-18,74%

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 Dolomitmalkmengen. 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 2010 zwar um 11 % auf etwas mehr als 6 Mio. t gestiegen; sie liegt dennoch immer noch etwa 11 % unterhalb der Produktionsmenge des Jahres 2008.

Tabelle 93: Produktion und CO₂-Emissionen der deutschen Kalkindustrie

Jahr	Kalk		Dolomitkalk	
	Produktion [t]	CO ₂ -Emissionen [Mio. t]	Produktion [t]	CO ₂ -Emissionen [Mio. t]
1990	7.180.057	5,636	591.595	0,540
1991	6.347.938	4,983	593.321	0,542
1992	6.434.344	5,051	575.955	0,526
1993	6.718.472	5,274	516.470	0,472
1994	7.365.100	5,782	505.995	0,462
1995	7.461.872	5,858	545.026	0,498
1996	6.881.431	5,402	545.575	0,498
1997	6.975.146	5,475	531.268	0,485
1998	6.666.164	5,233	558.373	0,510
1999	6.681.273	5,245	481.123	0,439
2000	6.856.478	5,382	525.522	0,480
2001	6.534.447	5,130	512.527	0,468
2002	6.462.040	5,073	516.271	0,471
2003	6.599.930	5,181	436.887	0,399
2004	6.561.720	5,151	459.679	0,420
2005	6.407.324	5,030	464.345	0,424
2006	6.515.915	5,115	462.533	0,422
2007	6.738.764	5,290	459.405	0,419
2008	6.733.805	5,286	455.066	0,415
2009	5.393.103	4,234	335.013	0,306
2010	6.004.296	4,713	335.077	0,306

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 auch in 2010 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 die jeweiligen stöchiometrischen Faktoren verwendet:

$$\begin{aligned} \text{EF}_{\text{Kalk}} &: 0,785 \text{ t CO}_2/\text{t Kalk} \\ \text{EF}_{\text{Dolomitkalk}} &: 0,913 \text{ t CO}_2/\text{t Dolomitkalk} \end{aligned}$$

Dabei wird angenommen, dass der Kalk zu 100 % aus CaO bzw. der Dolomitkalk zu 100 % aus CaO • MgO besteht. Diese Herangehensweise kann zu einer Überschätzung der Emissionen führen, da Rohstoffverunreinigungen einerseits und unvollständige Entsäuerungen andererseits nicht berücksichtigt werden. Dies entspricht im Grundsatz den

Vorgaben den *IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories* (IPCC 2000, Kapitel 3.1.2).

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)

Quellspezifische Rückrechnungen sind nicht erforderlich. .

4.2.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (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		2010		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 94). 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 94: 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 95: CO₂-Emissionen aus der Verwendung von Kalkstein (Überblick 2.A.3)

[Mio. t]	1990	1995	2000	2010	CRF-Verweis
Zementindustrie	15,1	15,4	15,1	12,2	2.A.1
Kalkindustrie	6,2	6,4	5,9	5,0	2.A.2
Glasherstellung	0,7	0,8	0,7	0,8	2.A.7.a
Herstellung von Ziegeln	0,5	0,6	0,5	0,3	2.A.7.b
Eisen- und Stahlindustrie	2,4	2,4	2,3	2,1	2.C.1, aggregiert
Entschwefelung Kraftwerke	0,6	0,7	1,1	1,0	1.A.1.a, aggregiert
Land- u. Forstwirtschaft	1,3	1,6	2,1	1,7	LULUCF
Summe aus Kalkstein-Verwendung	26,8	27,8	27,8	23,1	

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 Zuckerherstellung³². 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, 4.2.8, 4.4.1).

Um keine Doppelzählungen mit anderen Quellgruppen zu verursachen und um die Vergleichbarkeit mit zukünftigen Inventaren entsprechend der IPCC GL 2006 herzustellen, werden hier keine CO₂ – Emissionen 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 Stelle berechnet und berichtet. Eine gesonderte Ausweisung als Kalksteinnutzung neben den kategoriespezifischen Berechnungen ist hier nicht mehr notwendig³³.

³² 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.

³³ Es gibt weiterhin eine separate Position „2A4 Other Process Uses of Carbonates“, die aber aus Sicht der deutschen Emissionsinventare keine Anwendung finden würde.

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 96: 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 ³⁴	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 erfasst³⁵.

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.

Die Datenerhebungen aus dem Forschungsprojekt Kalksteinbilanz sowie die Aktualisierung von BGR und UBA lassen keine weiteren Inventarlücken vermuten und werden deshalb als ausreichend betrachtet.

³⁴ IPCC 1996

³⁵ Dabei sind die Kalksteinverwendung unter 1.A.1.a und unter 2.C.1 Teil ermittelter Hauptquellgruppen nach Tier 1.

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 hier beschriebene Bilanz unterliegt keinen jährlichen Rekalkulationen, weil diese lediglich den Gesamtrahmen darstellt.

Die Rekalkulationen einzelner Bilanzposten sind in den Quellgruppen erläutert, in denen der Kalksteineinsatz relevant ist. Für diese Berichterstattung erfolgten geringfügige Rekalkulationen nur im Bereich der Rauchgasentschwefelung ab 2008 (Kapitel 19.1.2.3).

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 (0.03%)	322,8 (0.03%)	-24,36%	

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-Prozess³⁶ einsetzen. Bezüglich des eingesetzten Kalziumkarbonats 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.

³⁶ 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 97: 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	782.857	324,9
2008	770.393	319,7
2009	666.835	276,7
2010	777.790	322,8

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. Wegen der Emissionsneutralität der Produktion wird für weitere Angaben auf den NIR 2007 verwiesen.

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.

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 keinesfalls eine 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 wurden auf Grund korrigierter Berechnungen zum Sodaeinsatz in der Glasindustrie erforderlich. Dabei erhöhten sich die hier berichteten Sodamengen und die damit verbundenen Emissionen über die gesamte Zeitreihe um einen Faktor von ca. 1,25.

4.2.4.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.4)

Derzeit sind keine konkreten Verbesserungen geplant. Das hohe Maß an Unsicherheiten der Mengen verwendeter Soda erfordert aber weiterhin eine Verifizierung der Berechnungsmethode.

4.2.5 Mineralische Produkte: Verwendung von Bitumen zur Dachdeckung (2.A.5)

CRF 2.A.5	Gas	HK	1990	2010	Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	

- -

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
NM VOC	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 2010 wurden in Deutschland ca. 178 Mio. m² Dach- und Dichtungsbahnen produziert und ca. 150 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 Bahnschweißen, 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, 2011). 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 98: Herstellung und Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen mit Bitumen und dazugehörige AR und EF

	Produzierte oder verarbeitete Fläche in 2010 [Mio. m ²]	EF/ IEF [kg/ m ²]
Herstellung von Dach- und Dichtungsbahnen mit Bitumen	178	NMVOC 0,00035795
Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen mit Bitumen	150	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 für Aktivitätsdaten wurde vom Datenlieferanten durchgeführt. Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten im Umweltbundesamt konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Die Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle.

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)

Weiterhin sind zusätzliche Betrachtungen zur Export-Import-Bereinigung durch den VDD geplant.

4.2.6 Mineralische Produkte: Straßenasphaltierung (2.A.6)

CRF 2.A.6	Gas	HK	1990	2010	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 2010 wurden in Deutschland ca. 45 Mio. t Asphalt (DAV, 2011) in ca. 653 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 ging im Jahr 2010 um 10 Mio. t zurück, d.h. der SO₂ Ausstoß verringert sich um 300.000 kg.

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 99: Emissionsfaktoren bei der Herstellung Asphaltmischgut

	NO _x	NMVOC	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, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden 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)

Die aktuell vorliegenden Ergebnisse aus einem Forschungsbericht sollen fachlich zur Evaluierung der Emissionsfaktoren genutzt werden.

4.2.7 Mineralische Produkte: Glas (2.A.7.a Glas)

CRF 2.A.7.a Glas	Gas	HK	1990		2010		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Glass Products	CO ₂	-	-	695.6 (0.06%)	761.6 (0.08%)	9.48%	

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. 52 % der Gesamtglasproduktion 2010) und Flachglas (ca. 30 % der Gesamtglasproduktion 2010) erreicht, die zusammen 82 % der Gesamtglasproduktion ausmachen (BV Glas, 2011).

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 100: Aktivitätsraten und prozessbedingte CO₂-Emissionen seit 1990

Jahr	Aktivitätsrate [t]	prozessbedingte CO ₂ -Emissionen [t]	IEF über alle Glasarten [t CO ₂ / 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	759.347	0,101
2008	7.513.900	753.713	0,100
2009	6.784.100	685.593	0,101
2010	7.326.700	761.563	0,104

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: Kaliumkarbonat (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, 2011). 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 2010 wurden folgende Aktivitätsraten ermittelt:

Tabelle 101: Glas: Aktivitätsraten der einzelnen Branchensektoren (Glassorten)

Branchensektor	Aktivitätsrate 2010 [1.000 t]
Behälterglas	3797,0
Flachglas	2183,1
Spezialglas	345,4
Wirtschaftsglas	193,5
Glasfasern und -wolle	289,1
Steinwolle	518,6

Quelle: BV Glas, 2011

Es werden folgende branchenspezifische Scherbenanteile angenommen:

Tabelle 102: Scherbenanteil der einzelnen Glassorten

Branchensektor	Scherbenanteil [%] des Rohstoffeinsatzes
Behälterglas	59 – 65(jährlich variabel)
Flachglas	35 (gesamte Zeitreihe)
Spezialglas	30 (gesamte Zeitreihe)
Wirtschaftsglas	20 (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 können (STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 19 Reihe 1, Tabelle 1.2). Momentan erfolgt eine Fortschreibung der letzten bekannten GGA-Angaben.

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 Scherben 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-DWK-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 103: CO₂-Emissionsfaktoren für verschiedene Glassorten (berechnet im Vergleich mit Angaben des CORINAIR-Handbuchs)

Glassorte	berechneter Emissionsfaktor [kg CO ₂ / t _{geschmolzenes Glas}]			Default-Emissionsfaktoren [kg CO ₂ / t _{geschmolzenes Glas}]		
	- stöchiometrisch/ inkl. Scherbeneinsatz -			- 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 Fortschreibung der GGA-Angaben bei Vergleich des mit Hilfe der Abfallstatistikdaten ermittelten Scherbeneinsatzes erhöht die Unsicherheiten. Dazu zählt der Fakt, dass die Daten bei den Abfallbehandlungsanlagen abgefragt werden. Somit fehlen Scherbenmengen, die direkt von den dualen Systemen zu den Glasherstellern geliefert werden. Außerdem geht aus den Daten nicht hervor, ob die aufbereiteten Behälterglasabfälle in Glaswannen eingesetzt werden. Weiterhin fehlen Angaben zum Scherbenimport und -export. Der Abgleich der Daten von 2007 (53 %) zeigt eine recht gute Übereinstimmung mit dem angenommenen Wert von 60 %.

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.

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)

Es wurden minimale quellspezifische Rückrechnungen bei den Aktivitätsdaten für das Jahr 2009 durchgeführt.

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		2010		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Bricks and Tiles	CO ₂	-	-	531,1 (0.04%)	308,6 (0.03%)	-41.90%	

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 104: 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	
	[kt]										
Keramische Erzeugnisse	18003	16500	16443	16796	14643	16019	16035	13867	12866	12653	
davon:											
Mauerziegel	12771	11686	11631	11697	9881	10883	10885	9302	9058	8463	
Dachziegel	2642	2381	2383	2601	2485	2648	2618	2254	1919	2179	
Prozessbedingte CO ₂ -Emissionen											
Mauerziegel	372	340	338	340	288	316	317	271	264	246	
Dachziegel	76	68	68	74	71	76	75	64	55	62	
Gesamt	447	408	407	415	359	392	392	335	319	308	

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 104 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 ausmachten.

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, quellenspezifisch (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		2010		Trend
				Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Ammonia Production	CO ₂	L	T	5.745,0	(0,47%)	7.437,0	(0,78%)	29,45%

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 NH_3 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		2010		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Nitric Acid Production	N ₂ O	-	-	3.384,4 (0,28%)	3.030,3 (0,32%)	-10,46%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
N_2O	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.

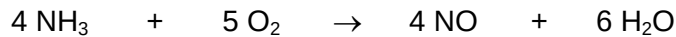
Die Herstellung von HNO_3 erfolgt in zwei Verfahrensschritten:

- **Oxidation** von NH_3 zu NO und
- **Umwandlung** von NO in NO_2 und **Absorption** in H_2O .

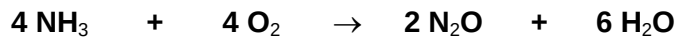
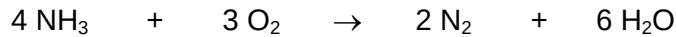
Einzelheiten des Verfahrens werden nachstehend beschrieben:

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 N_2O -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		2010		Trend
					Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Adipic Acid Production	N ₂ O	L	T	18.804,6	(1,54%)	716,4	(0,08%)	-96,19%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
N_2O	T3	PS	D, PS
NO_x , CO			NE

Die Quellgruppe *Chemische Industrie: Adipinsäureproduktion* ist für N_2O -Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Die EF-Berechnung für die N_2O -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 (N_2O) 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 N_2O -Zersetzungsrate von 96-98 % erreicht. Im März 2002 wurde eine Anlage eines weiteren Herstellers in Betrieb genommen, die ebenfalls mit einer thermischen N_2O -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 N_2O -Zersetzungsanlage in Betrieb. Seit Inbetriebnahme werden N_2O -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 N_2O -Emissionen 2009 und 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 N_2O -Emissionen mit notwendigen Hintergrundinformationen vertraulich mitgeteilt. Dies ist für die Genauigkeit der berichteten Daten von großer Relevanz, da bei fehlenden Angaben zum technisch unvermeidbaren N_2O -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.

4.3.3.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.B.3)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.3.3.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (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		2010		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Carbide Production	CO ₂	-	-	443.2 (0.04%)	17.1 (0.00%)	-96.14%	

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 einer anschließenden Nutzung zugeführt. Nach dieser energetischen Nutzung, d. h. der Verbrennung zu Kohlendioxid, dient es 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 in den alten Bundesländern bis heute 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 von rund 80% 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		2010		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
Other	CO ₂	L	T/T2	6.888,2	(0,56%)	8.826,9	(0,93%)	28,15%
Other	N ₂ O	-	-	292,7	(0,02%)	62,0	(0,01%)	-78,82%
Other	CH ₄	-	-	0.3	(0.00%)	0.4	(0.00%)	70.47%

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. Der bisher verwendete EF stammte aus einem Forschungsvorhaben und konnte von der Industrie nicht bestätigt werden. 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. Darin werden Emissionsfaktoren für die Prozesse aufgelistet, die in Studien aus den Jahren 1987 und 1988 ermittelt wurden: Diese IPCC-Default EF (1996er Guidelines) sind in der folgenden Tabelle 105 aufgeführt.

Tabelle 105: IPCC Default Emissionsfaktoren für CH₄ aus sonstigen Prozessen der Chemischen Industrie

Industrieruß	Styrol	Ethylen [kg CH ₄ /t]	1,2-Dichlorethan ³⁷	Methanol
0,06 (mit TNV) 28,7 (ohne therm. Behandlung)	4	1	0,4	2

Die IPCC Good Practice Guidance geht nicht weiter auf das Thema ein.

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 gerundet zu 0,03 kg/t 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

³⁷ Anmerkung: In dieser Tabelle aus IPCC (Workbook S. 2.22, Tab. 2-9 und Reference Manual S. 2.23, Tab. 2-10) wurde Dichlorethylen durch Ethylendichlorid (1,2-Dichlorethan) ersetzt. Dies erscheint sachgerecht, da zum einen in den jeweiligen Folgetabellen (2-10 bzw. 2-11) nur „1,2, dichloroethane“ aufgeführt wird und zum anderen in der im IPCC Reference Manual auf S. 2.67 angegebenen Quelle von Stockton et al., S. 49, ebenfalls der Stoff „Ethylene Dichloride“ erwähnt wird.

mehr auftreten. Auch diese Technik ist bereits seit den achtziger Jahren im Einsatz, daher können diese Emissionsfaktoren auf die gesamte Zeitreihe angewandt werden.

Tabelle 106: nationale Emissionsfaktoren für CH₄ aus sonstigen Prozessen der Chemischen Industrie

Industrieruß	Styrol	Ethylen	1,2-Dichlorethan ³⁷ [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 107 aufgeführten Emissionsfaktoren verwendet.

Tabelle 107: In Deutschland verwendete Emissionsfaktoren für sonstige Schadstoffe

	Industrieruß [kg CO/t]	Industrieruß [kg SO ₂ /t] ³⁸	Ethylen [kg NMVOC/t]	1,2- Dichlorethan [kg NMVOC/t]	Polystyrol [kg NMVOC/t]	Styrol [kg NMVOC/t]
1990	4,8 / 5	19,5 / ⁽³⁹⁾	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
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 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 108).

³⁸ Bei zwei angegebenen EF bezieht sich der zweite Wert auf die neuen Bundesländer.

³⁹ Für die neuen Bundesländer wird kein EF ausgewiesen, da diese SO₂-Emissionen nur pauschal in einer Summe berücksichtigt werden konnten.

Tabelle 108: 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 Precursoren 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 Stahl Produktion (2.C.1) sind in der Emissionsdatenbank ZSE die Sinterproduktion, die Roheisenproduktion, die Stahlerzeugung und die Eisen-, Stahl- und Tempergussproduktion. Die Produktion von Ferrolegierungen (2.C.2) ist im ZSE direkt aufgeführt. 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		2010		Trend
				Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Steel (integrated production)	CO ₂	L	T/T2	22.711,9	(1,86%)	18.208,0	(1,91%)	-19,83%
Steel (integrated production)	N ₂ O	-	-	27,6	(0,00%)	17,3	(0,00%)	-37,36%
Steel (integrated production)	CH ₄	-	-	3,9	(0,00%)	4,5	(0,00%)	13,61%

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 und dem Trend.

In Deutschland wurden im Jahr 2010 31,8 Mio. t Rohstahl auf Erzbasis in sechs integrierten Hüttenwerken erzeugt. Die Elektrostahlproduktion betrug 13,2 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.

Methode zur Berechnung der aus dem Reduktionsmitteleinsatz in den Hochöfen resultierenden CO₂-Emissionen

Bis zum NIR 2009 wurden die CO₂-Emissionen aus der Primärstahlerzeugung über die der Energiebilanz zu entnehmenden Einsatzmengen an Reduktionsmitteln ermittelt. Unter Anwendung eines theoretischen Faktors für den Reduktionsmittelbedarf eines idealen Hochofenprozesses wurde ein Großteil der ermittelten Emissionen der Quellgruppe 2.C.1 zugeordnet; die verbleibenden Emissionen aus dem Einsatz der Reduktionsmittel wurden unter 1.A.2.a berichtet. Dieses Vorgehen entsprach der Allokationsmethode für die 1. Handelsperiode des Treibhausgas-Emissionshandels. Da diese spezielle Methode mittlerweile im Emissionshandel nicht mehr angewendet wird, erschien ihre weitere Anwendung im Inventar nicht sinnvoll. Die mit der Resubmission des NIR 2010 vorgenommene Methodenänderung ermöglicht, die Transparenz und Vergleichbarkeit der Berichterstattung zu verbessern.

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 relevant⁴⁰.

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

⁴⁰ 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%).

das Gicht- und Konvertergas verbrannt und somit tatsächlich CO₂ emittiert wird (siehe folgende Abbildung).

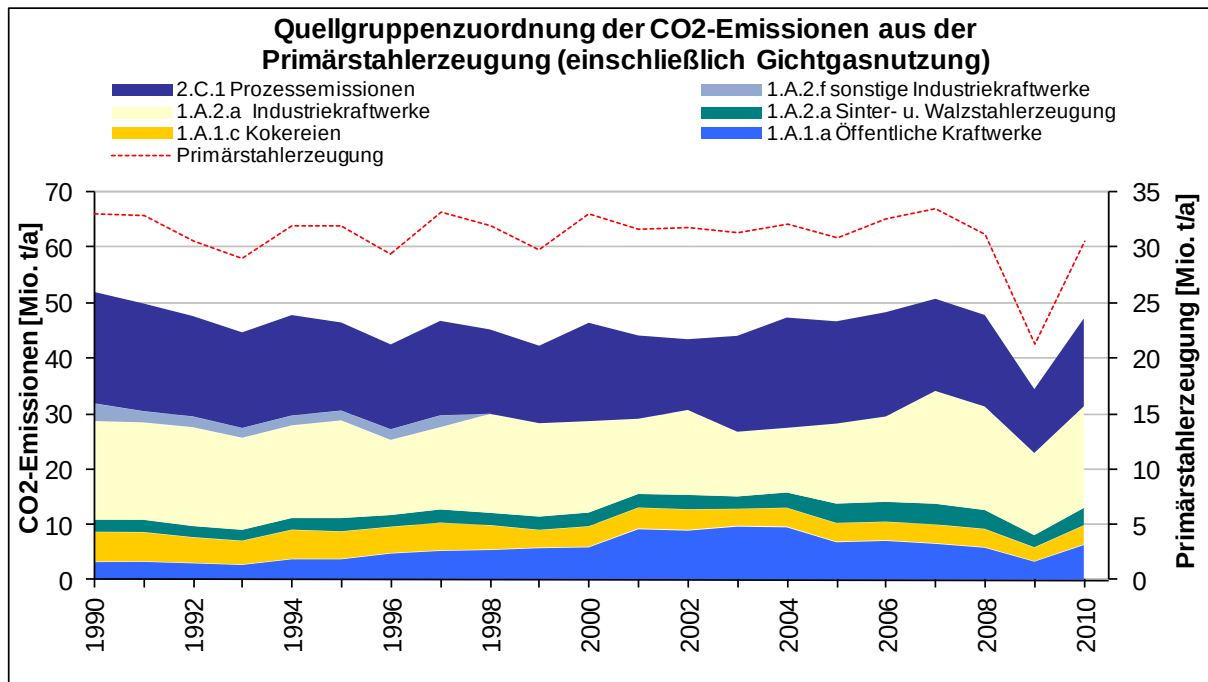


Abbildung 42: Zeitlicher Verlauf und Quellgruppenzuordnung der aus dem Reduktionsmitteleinsatz zur Primärstahlerzeugung bzw. Gichtgasaufkommen resultierenden CO₂-Emissionen

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 109: 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	14,812
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									
1.A.1.a Öffentliche Kraftwerke	6,356									
1.A.1.c Kokereien	3,390									
1.A.2.a Sinter- u. Walzstahlerzeugung	3,174									
1.A.2.a Industriekraftwerke	18,352									
1.A.2.f Sonstige Industriekraftwerke	0,000									
2.C.1 Prozessemissionen	15,979									

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 Aufbereitung der Eisenerze (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 110 angegebenen CO₂-Emissionen.

Tabelle 110: 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

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 Elektrodenabbrand bei der Elektrostahlherstellung

Bei der Elektrostahlherstellung entstehen direkte CO₂-Emissionen durch den Abbrand 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 Elektrodenabbrand bei der Elektrostahlherstellung

Die so ermittelten Emissionsmengen sind Tabelle 112 zu entnehmen.

Tabelle 111: 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	15.978.881	2.131.677	97.446	18.208.004

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 erfolgte eine Rückrechnungen der Aktivitätsdaten für 2009 aufgrund aktualisierter statistischer Daten.

4.4.1.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.C.1)

Mittels Expertengesprächen soll die Plausibilität der für die Kohlenstoffbilanz der Primärstahlerzeugung benötigten konsistenten statistischen Angaben, Heizwerte und Emissionsfaktoren überprüft werden.

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		2010		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Ferroalloys	CO ₂	-	-	429,0 (0,04%)	5,5 (0,00%)	-98,72%	

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 2009 33.667 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 aktuellsten Daten stammen aus dem Jahr 2009, so dass diese für das Jahr 2010 fortgeschrieben wurde.

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)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

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		2010		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
all fuels	PFC	-	T	1.551,7	(0,13%)	134,6	(0,01%)	-91,32%
all fuels	CO ₂	-	-	1.011,9	(0,08%)	550,6	(0,06%)	-45,59%

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 (liegt 2010 bei 3,85 % 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.

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 zwischen 1995 und 2010 um 91 %. 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 2010 ist dem Monitoring-Bericht der Aluminiumindustrie für das Jahr 2010 entnommen (GDA, 2010). Der durchschnittliche Anodenverbrauch liegt bei 430 kg Petrolkoks je Tonne Aluminium. In der Tabelle 112 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 18.6.2). 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 112 genannten Emissionsfaktoren wurden mit den Emissionsangaben in BAT-Merkblättern⁴¹ und anderen Quellen (z.B. der VDI Richtlinie 2286 Blatt 1) abgeglichen.

Tabelle 112: 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	402.756	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

⁴¹ siehe <http://www.bvt.umweltbundesamt.de/kurzue.htm>

spezifische CF_4 - Emissionswerte pro Anodeneffekt⁴² 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.

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.

Aktivitätsangaben werden von der Industrie jährlich erhoben und u.a. dem Statistischen Bundesamt und dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle gemeldet. Die Zeitreihe

42 „...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)

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)

Es fand eine Rückrechnung der PFC-Emissionen für 2009 statt, da im vergangenen Jahr der Emissionswert des Jahres 2008 fortgeschrieben worden war. Die Emissionen von C_2F_6 haben sich dadurch in 2009 von 30,69 Gg CO_2 -äquivalent auf 26,04 Gg CO_2 -äquivalent reduziert (-15,2%). Für CF_4 haben sich die Emissionen 2009 von 216,52 Gg CO_2 -äquivalent auf 151,71 Gg CO_2 -äquivalent reduziert (-29,9%).

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		2010		Trend
				Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
SF ₆ used in Aluminum and Magnesium Foundries	SF ₆	-	-	197,1	(0,02%)	106,5	(0,01%)	-45,94%

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 SF₆ seit Mitte der 70er Jahre als Schutzgas über der Schmelze eingesetzt, um ihre Oxidation und Entzündung zu verhindern. Die eingesetzte Menge an SF₆ pro Tonne Magnesium (spezifischer SF₆-Koeffizient) hat sich seit 1995 stark reduziert, da es in zunehmendem Maße durch HFC-134a ersetzt wird. SF₆ 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 SF₆ als Reinigungs- und Schutzgas bei der Magnesiumherstellung ist eine offene Anwendung, d.h. die eingesetzte SF₆-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 SF₆, 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 EF_{Anwendung} = 100% angenommen, da genauere Daten zu Zersetzungsgraden noch fehlen.

Aktivitätsdaten Aluminiumproduktion

Der SF₆-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 SF₆ 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 SF₆-Verkaufszahlen des Gasehandels erhoben.

Aktivitätsdaten Magnesiumproduktion

Im Jahr 1996 wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes eine Mengenbefragung bei allen inländischen Magnesiumgießereien mit SF₆-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		2010		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
	HFC 134a	-	-	C	C	C	C

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
HFC	D	PS/NS	D

Es werden aus dieser Quellgruppe nur Emissionen aus der Verwendung des HFKW-134a in Magnesiumgießereien berichtet.

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 (%)	2010 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 113 aufgeführten Emissionsfaktoren aus den IPCC-Guidelines verwendet.

Tabelle 113: 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 114: 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 115: Zellstoff- und Papierherstellung, produzierte Mengen

Produkt	Produzierte Mengen 2010	
Erzeugung von Papier, Pappe und Karton (PPK)	23,20	Mio. t
Rohstoffproduktion:		
Papierzellstoff	1.514.790	t
davon Sulfitzellstoff	590.610	t
davon Sulfatzellstoff	924.180	t
Holzstoff	1.239.305	t
Altpapierstoff	13.633.000	t
Menge dazu eingesetzten Altpapiers	(16.308.204	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 116: Aktualisierte Aktivitätsdaten der Spanplattenindustrie (2.D.3)

Jahr	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Aktivitätsrate der Spanplattenindustrie [in t]	6.575.000	6.502.000	6.460.000	5.300.000	4.575.000	4.561.000

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.

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.

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 2010 einen Umsatz von 149,5 Mrd. Euro. Bundesweit waren circa 544.000 Personen in 5.890 Unternehmen der Ernährungsindustrie beschäftigt (BVE 2011, S. 8). 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 117 zeigt die ermittelten Aktivitätsraten, verwendeten Emissionsfaktoren sowie die daraus berechneten NMVOC-Emissionen für das Jahr 2010.

Tabelle 117: NMVOC-Emissionen aus der Nahrungsmittelindustrie (2 D 2)

Produkt	Aktivitätsraten		Emissionsfaktoren		Emissionen [t]
Brot					
- Industriebäckereien	3.765.421	t	0,3	kg/t	1.129,6
- Handwerksbäckereien	925.675	t	3,0	kg/t	2.777,0
Kuchen, Kekse, Frühstückscerealien	1.590.683	t	0,1	kg/t	159,1
Zucker	3.540.109	t	0,9	kg/t	3.186,1
Fleisch, Geflügel, Fisch	1.535.447	t	0,03	kg/t	46,1
- Fleisch/Fisch, geräuchert	2.272.325	t	0,0023	kg/t	5,2
Tierische Fette	381.754	t	1	kg/t	381,8
Kaffeeröstung	532.551	t	0,069	kg/t	36,7
Futtermittel	20.275.885	t	0,1	kg/t	2.027,6
Bier	88.985.000	hl	0,002	kg/hl	178,0
Wein					
- Rotwein	2.643.766	hl	0,08	kg/hl	511,5
- Weißwein	3.776.756	hl	0,035	kg/hl	132,2
- Sonstige Weine	865.843	hl	0,058	kg/hl	50,2
Spirituosen	1.120.738	hl	2,93	kg/hl	3.283,8

* unter Berücksichtigung von Minderungsmaßnahmen

Für die Quellgruppe 2.D.2 ergeben sich insgesamt 13,6 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)

Quellspezifische Rückrechnungen wurden in den Quellbereichen Spirituosen und Futtermittel durchgeführt, da der Datenbestand über Aktivitätsraten teilweise weiter verbessert werden konnte.

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 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		2010 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Trend
		L	T					
	HFC			4.218,5	(0,35%)	165,6	(0,02%)	-96,07%
	SF ₆	-	-	167,3	(0,01%)	90,4	(0,01%)	-45,94%
	PFC	-	-	0,0	(0,00%)	0,0	(0,00%)	-

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 gibt es noch zwei Produktionsanlagen für HFCKW-22, die von einem Unternehmen betrieben werden, eine in Frankfurt und eine in Bad Wimpfen. Seit Inbetriebnahme der FCKW-Spaltanlage in Frankfurt im Jahr 1995 wird der bei der HFCKW-22 Produktion entstehende überschüssige HFKW-23 dort direkt der Hochtemperaturspaltung mit Rückgewinnung von Flusssäure zugeführt, d.h. es entstehen keine nennenswerten Emissionen. An der zweiten deutschen Produktionsanlage entstehender HFKW-23 wird quantitativ an der Produktionsanlage aufgefangen und entweder als Kältemittel oder - nach weitergehender destillativer Reinigung - als Ätzgas für die Halbleiterindustrie vermarktet. Der nicht verkäufliche Überschuss wird seit 1999 nach Frankfurt an die Spaltanlage geliefert. Durch diese Maßnahme konnten die Emissionen maßgeblich gesenkt werden. Die vom Betreiber für 2002 geschätzte Emission von 0,5 % der FCKW-Produktion konnte durch verbesserte Auffangtechnik weiter stark reduziert werden.

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 werden 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.

Die HFCKW-22 Produktion wurde Mitte 2010 beendet. Ab 2011 fallen keine HFKW-23 Emissionen mehr an.

Emissionsfaktoren

Da die HFCKW-Produktionsmenge nicht mitgeteilt wird, kann kein Emissionsfaktor bestimmt und mit dem IPCC Standard-Emissionsfaktor verglichen werden.

Aktivitätsdaten

Vom Hersteller werden die Emissionen des HFKW-23 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)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.6.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (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		2010		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
Consumption of Halocarbons and SF ₆	SF ₆	L	T	6.414,8	(0,52%)	3.052,5	(0,32%)	-52,41%
Consumption of Halocarbons and SF ₆	HFC	L-	T	C	C	C	C	C
Consumption of Halocarbons and SF ₆	PFC			220,9	(0,02%)	173,7	(0,02%)	-21,35%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
HFC, PFC, SF ₆		s. Tabelle 118	

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), die Halbleiterproduktion (2.F.6), Elektrische Betriebsmittel (2.F.7) und andere Anwendungen (2.F.8). 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 118: 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			FKW		0,002 (CS)	0,015 - 0,15 (D)	0,3-0,5 (CS)
Transportkälte (Fahrzeuge und Container)	2.F.1c			FKW		5 g/Anlage (CS, D)	0,1 - 0,3 (CS, D)	0,3 (D)
Industriekälte	2.F.1d			FKW		0,0015 (CS)	0,07 (D)	0,3 (CS)
Stationäre Klimaanlage	2.F.1e					0,01 (D)	0,06 (D)	0,3 (CS)
Großklimaanlagen						2 g/Anlage (D, CS)	0,02 – 0,025 (D)	0,3 (D)
Wärmepumpen						0,025 (CS)	0,025 (D)	0,3 (D)
Raumklimageräte	2.F.1f					2 g/Anlage (CS)	0,10 - 0,15 (D)	0,3 (CS)
Mobile Klimaanlage						2 g/Anlage (CS)	0,1(D)	
- Lkw						5 g/Anlage (CS)	0,15(D)	
- PKW						0,01 (CS)	0,1 – 0,3 (CS)	
- Busse						0,002 (CS)	0,06 (CS)	
- Schiffe						5 g/Anlage (CS)	0,15 - 0,25 (CS)	
- Schienenfahrzeuge								
- 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		FKW	SF ₆	C (CS)	NO	
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				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 118) gegliedert.

Die mit Abstand wichtigsten HFKW-Kältemittel sind in Deutschland der HFKW-134a und die Gemische R404A, R407C 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 2002, in der Unterquellgruppe 2.F.1.f (Pkw-Klimaanlagen), 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 grobe Unterteilung in allgemeinen Lebensmittelhandel und sonstige Gewerbekälte. Die Vielfalt der Kälteanlagen in Bezug auf Bauart, Größe, Kältemitteltyp und Emissionsdichtheit resultiert aus der überwiegenden Konzeption individuell angepasster Lösungen. Beim allgemeinen Lebensmittelhandel 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 R508B wird seit 1996 und R407C erst ab 1997 verwendet.

Heute ist das wichtigste HFKW-Kältemittel für stationäre Kälteanlagen die Mischung R404A, noch vor dem HFKW-134a. Auch die Mischungen R407C und R508B spielen inzwischen eine nicht zu vernachlässigende Rolle.

Das folgende Kältemodell gilt in den Grundzügen auch für die Industriekälte, wobei Unterschiede hier beschrieben werden.

- Der Außenhandel mit vor Ort errichteten Kälteanlagen ist vernachlässigbar, so dass der jährliche HFKW-Verbrauch für Neuanlagen gleich dem HFKW-Zugang in Neuanlagen ist. Zuerst wird der Kältemittel-Bestand für den Zielzustand abgeschätzt, wenn sämtliche bestehende Kälteanlagen nur noch HFKW (keine HFKW) enthalten.
- Dazu wird die gesamte Teilgruppe *Gewerbekälte* in eine Vielzahl von Anlagenkategorien eingeteilt; und zwar nach Anwendungsbereich/Ladenform (z.B. kleiner Supermarkt) und Anlagenart (z.B. Zentralanlage). Außerdem wird wegen der großen Unterschiede der Kälteanlagen zwischen einem Zielbestand „Lebensmittelhandel“ und einem Zielbestand „sonstige Gewerbekälte“ unterschieden.
- Die gesamte Untergruppe *Industriekälte* wird in eine Vielzahl von Anwendungen eingeteilt. Die Einteilung erfolgt hier nach Industriebereich und jeweiligem Kältebereich (Normalkühlung, Tiefkühlung und Gefrieren); im Bereich Nahrungsmittelindustrie wird noch nach den einzelnen Produktgruppen aufgeschlüsselt.
- Für jede Anlagenkategorie oder Anwendung werden die Kältemittelart und die Anlagenzahl ermittelt. Außerdem werden die installierte Kälteleistung in kW pro Anlage sowie die spezifische Kältemittelmenge in "kg pro installiertes kW" festgelegt und als konstant angenommen. Aus dem Produkt „Anlagenanzahl * installierte Kälteleistung * spezifische Kältemittelmenge“ ergibt sich die Kältemittelmenge.
- Bei der *Gewerbekälte* wird für den allgemeinen Lebensmittelhandel die Kältemittelmenge zuerst für Normal- und Tiefkühlung getrennt berechnet und daraus die Summe gebildet. Diese Summe wird nach einem Schlüssel von 80 zu 20 auf R404A und HFKW-134a aufgeteilt. Dann werden die Daten zusammengefasst in Zentralanlagen (hohe Emissionen) und Verflüssigungssätze (geringe Emissionen).
- In der *sonstigen Gewerbekälte* werden die Daten zusammengefasst in steckerfertige Einzelgeräte und ortsmontierte Anlagen.

- Aus den Zielbeständen lässt sich über die mittlere Anlagen-Lebensdauer (10 Jahre) für die Industrie- und Gewerbekälte berechnen, wie viel Kältemittel jährlich in Neuanlagen gefüllt werden muss (Neuzugang), um den Bestand aufgrund ausscheidender Altanlagen zu erhalten (1/10 des Bestands). Ebenfalls lässt sich für beide Bereiche der „mittlere Jahresbestand“ bestimmen.
- Da HFKW chlorhaltige Kältemittel nicht zu einem bestimmten Zeitpunkt bei neuen Anlagen abgelöst haben, muss der errechnete Neuanlagen-Zugang noch mit dem HFKW-Anteil gewichtet werden, um den jährlichen Verbrauch von HFKW-Kältemitteln zu bekommen.
- In der *Gewerbekälte* wird der Austausch von FCKW in Altanlagen gesondert berücksichtigt, ohne Unterscheidung von Lebensmittelhandel und sonstiger Gewerbekälte.
- Herstellungsemissionen und Bestandsemissionen werden durch Gleichung 1 und Gleichung 2 errechnet. Die Herstellung erfolgt i.d.R. vor Ort.
- Entsorgungsemissionen traten in der *Gewerbe- und Industriekälte* erstmalig im Jahr 2003 auf. Diese werden durch Gleichung 3 errechnet.

Emissionsfaktoren

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind außer für den $EF_{\text{Entsorgung}}$ 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 0,2 % somit weit darunter.

Die laufenden (H)FKW-Emissionen aus stationären Kälteanlagen der *Gewerbekälte* differieren stark voneinander nach der Anlagenbauart. So reicht der Kältemittelverlust von 1,5 % für Einzelgeräte (außer Lebensmittelhandel) bis 15 % für Altanlagen. Diese 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.

Der Emissionsfaktor der Entsorgung liegt mit 30 % im oberen Bereich der von IPCC-GPG (2000) in Tabelle 3.22 angegebenen Größenordnung von 10 bis 30 Prozent für Gewerbekälte. Nur für umgerüstete FCKW-12-Anlagen wird ein Entsorgungsemissionsfaktor von 50 % angenommen, da zum Zeitpunkt der Entsorgung von Altanlagen weniger Kältemittel zurückgewonnen werden konnte.

Aktivitätsdaten

Die Zahl der Anlagenbetreiber sowie die typische kältetechnische Ausstattung ist durch Experten geschätzt worden, die auch direkte Befragungen von Anlagenlieferanten und Anwendern durchführten. Die Kennzahl „durchschnittliche Kältemittelfüllung in kg pro kW Kälteleistung“ ist von Experten mit Hilfe von Fachliteratur semiempirisch 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.
- 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 Neubefüllter 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 118 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 das Kältemodell dem der *Gewerbekälte* ähnelt. Dafür sind aber fluorhaltige Kältemittel in der Industrie kein allgemeiner Standard und natürliche Kältemittel, hauptsächlich Ammoniak, werden viel häufiger eingesetzt, besonders in der Lebensmittelindustrie.

In der Industriekälte werden hauptsächlich die Kältemittel R404A, HFKW-134a und R407C eingesetzt. Daneben spielen HFKW-23 und FKW-116 bei Tieftemperaturanlagen, sowie HFKW-227ea bei höheren Temperaturen eine Rolle.

Das verwendete Kältemodell ist dem der *Gewerbekälte* ähnlich und wird darum bei der *Gewerbekälte* beschrieben.

Emissionsfaktoren

Die den Emissionsdaten zugrunde liegenden Emissionsfaktoren sind in Tabelle 118 wiedergegeben.

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind das Ergebnis von Expertenbefragungen und Literaturlauswertungen.

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 0,15 % darunter.

Die laufenden HFKW-Emissionen aus Industriekälteanlagen werden auf 7 % geschätzt und liegen damit im unteren Bereich der von IPCC-GPG (2000) in Tabelle 3.22 angegebenen Werte von 7 bis 25 Prozent.

Der Emissionsfaktor der Entsorgung für Industriekälteanlagen liegt mit 30 % über der von IPCC-GPG (2000) angegebenen Größenordnung von 10 bis 20 Prozent.

4.7.1.2.5 *Stationäre Klimaanlage (2.F.1.e)*

Zu *Stationären Klimaanlage* zählen Raumklimaanlagen, Großklimaanlagen zur Klimatisierung ganzer Gebäude oder großer Säle sowie Wärmepumpenanlagen.

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 2000 auch das Gemisch R410A zum Einsatz.

Eine inländische Produktion von Raumklimageräten gibt es nicht. Raumklimageräte werden in der Regel befüllt importiert. Eine Ausnahme bilden die sogenannten VRF-Multi-Split-Geräte mit 7 Innengeräten und die Multi-Split-Geräte mit bis zu 15 kW Leistung und mit 3 Innengeräten. 1998 kamen die ersten Geräte mit R407C auf den Markt, im Jahr 2000 die mit R410A, vorher gab es nur Geräte mit HFKW-22.

Folgendes Kältemodell wird angewendet:

- Die *Raumklimageräte* werden in fünf Kategorien eingeteilt, deren jeweilige Absatzmenge jedes Jahr durch Anbieterbefragung ermittelt wird: mobile Geräte, Single-Splitgeräte, Multi-Split-Geräte mit 12 kW bzw. 15 kW Leistung und VRF-Multi-Split-Systeme.
- Für jede Kategorie werden Füllmenge und Kältemittelzusammensetzung 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 können der mittlere Jahresbestand und der Jahresendbestand errechnet werden.
- Herstellungsemissionen treten nicht auf. Verluste bei der Installation der ortsfesten Single-Split-Geräte werden aufgrund ihrer geringen Menge im Modell nicht berücksichtigt. Anders ist die Situation bei den Multi-Split-Geräten und VRF-Multisplit-Systemen. Auf der Grundlage von Expertenbefragungen kommt es hierbei zu Installationsverlusten von 5 g pro Innengerät, was einem Emissionsfaktor von 2,5 % pro Innengerät entspricht.
- Bestandsemissionen werden nach Gleichung 2 berechnet.
- Entsorgungsemissionen traten erstmals im Jahr 2008 nach einer durchschnittlichen Lebensdauer von 10 Jahren auf und werden mit Gleichung 3 berechnet. Die geschätzte Lebensdauer liegt an der unteren Grenze des im IPCC-GPG (2000) vorgeschlagenen Wertebereichs von 10 bis 15 Jahren.

Emissionsfaktoren

Die laufenden HFKW-Emissionen aus Raumklimageräten werden für alle Ausführungen (Mobile, Single-Split-, Multi-Split-(12 kW), Multi-Split-(15 kW) und Multi-Split-VRF-Geräte), Größen und Kältemittel-Typen auf 2,5 % geschätzt. Der Anwendungs-Emissionsfaktor liegt somit im mittleren Bereich des im IPCC-GPG (2000) in Tabelle 3.22 vorgeschlagenen Wertebereichs von 1 bis 5 %.

Der für die Entsorgung verwendete Emissionsfaktor $EF_{\text{Entsorgung}} = 30 \%$ liegt im oberen Bereich des im IPCC-GPG (2000) vorgeschlagenen Wertebereichs von 20 bis 30 %.

Der länderspezifische $EF_{\text{Herstellung}} = 2,5 \%$ ist größer als der im IPCC-GPG (2000) vorgeschlagene Wertebereich von 0,2 bis 1 %, da die Installationsverluste pro Innengerät berücksichtigt werden.

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind das Ergebnis von Expertenbefragungen.

4.7.1.2.5.2 Großklimaanlagen

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 1998 genutzt. Bei Schraubenkompressoren wird seit 1993 der HFKW-134a eingesetzt, seit 1997 in zunehmendem Maße auch das Kältemittelgemisch R407C. Scroll-

und Kolbenverdichteranlagen verwendeten von 1995 bis 2004 den HFKW-134a. Seit 1997 kommt das Kältemittelgemisch R407C zum Einsatz und seit 2005 auch R410A.

Es wird folgendes Kältemodell angewendet:

- Stationäre Klimaanlage werden in drei Kategorien eingeteilt, deren Anzahl an Neuanlagen jedes Jahr durch Expertenbefragung ermittelt wird: Turboverdichteranlagen im oberen Leistungsbereich, Schraubenkompressoren für mittelgroße Leistungen sowie Scroll- und Kolbenverdichteranlagen im unteren Leistungsbereich bis 20 kW. Wird weniger Leistung benötigt, so werden in der Regel Raumklimageräte verwendet.
- Für jede Kategorie wird eine durchschnittliche Füllmenge und Kältemittelzusammensetzung ermittelt.
- Aus der Anzahl der Neuanlagen und den o.g. Annahmen ergibt sich der jährliche Verbrauch an Kältemitteln. Hier muss auch noch der Verbrauch zum FCKW-Ersatz in Altanlagen berücksichtigt werden. Subtrahiert man die bei Kälteanlagen im Allgemeinen geringen Fertigungsemissionen, so ergibt sich der HFKW-Zugang zum inländischen Bestand.
- Durch Kenntnis des Altbestands können der mittlere Jahresbestand und der Jahresendbestand errechnet werden.
- Herstellungsemissionen werden durch Multiplikation der Verbrauchsmengen für die Befüllung mit dem $EF_{\text{Herstellung}}$ errechnet.
- Bestandsemissionen werden gemäß Gleichung 2 errechnet.
- Entsorgungsemissionen traten erstmals im Jahr 2005 auf und werden mit Gleichung 3 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: 12 Jahre für Anlagen mit Kolben- und Scrollverdichtern, 20 Jahre für Anlagen mit Schraubverdichtern und 25 Jahre für Turboverdichteranlagen. Die durchschnittliche Lebensdauer der umgerüsteten FCKW-12-Turboverdichteranlagen wird auf 10 Jahre geschätzt.

Emissionsfaktoren

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind das Ergebnis von Expertenbefragungen.

Die laufenden HFKW-Emissionen werden für alle Kälteleistungsklassen bzw. Verdichterbauarten, Altersstufen und Kältemittel-Typen gleich auf 6 % geschätzt und liegen damit im unteren Bereich des Vorschlags 2 bis 15 Prozent der IPCC-GPG (2000).

Der Befüllungsverlust liegt mit 1 % im oberen Wertebereich der IPCC-GPG (2000) von 0,2 bis 1 %.

Der für die Entsorgung verwendete länderspezifische Emissionsfaktor $EF_{\text{Entsorgung}} = 30 \%$ liegt über dem im IPCC-GPG (2000) vorgeschlagenen Wertebereich von 5 bis 20 %.

Aktivitätsdaten

Mangels öffentlich zugänglicher Statistiken über den jährlichen HFKW-Verbrauch für stationäre Klimaanlage verschiedener Bauart sind alle Daten zu dieser Anwendung auf Expertenauskünfte angewiesen, vom weltweiten Marktführer bis zum regional tätigen Klimafachbetrieb.

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. Als Kältemittel kommen seit 1995 der HFKW-134a und die HFKW-Gemische R404A und R407C zum Einsatz, seit 1998 auch R410A.

Ein mit Expertenhilfe entwickeltes Kältemittel-Modell ordnet den vier Wärmepumpen-Kategorien Luft, Grundwasser, Erdreich und Warmwasser mittlere HFKW-Füllmengen und prozentuale Anteile der HFKW-Typen zu. Es enthält außerdem die Lebensdauern und Emissionsraten. Die Zahl der inländischen Neuinstallationen wird jährlich vom Bundesverband Wärmepumpe (BWP) veröffentlicht. Sie bilden die Grundlage für die Emissionsberechnung.

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.

Die laufenden HFKW-Emissionen werden für Heizungs-Wärmepumpen (Luft, Grundwasser und Erdreich) 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 Befüllverlust beträgt 2 g/Wärmepumpe, was bei den verschiedenen Füllmengen der vier Wärmepumpentypen, die zwischen 0,8 kg (Warmwasser-Wärmepumpe) und 3 kg (Heizungswärmepumpe Luft) liegen, zu Werten zwischen 0,07 und 0,25 % führt. Damit ist der $EF_{\text{Herstellung}}$ kleiner bzw. liegt im unteren Bereich des im IPCC-GPG (2000) in Tabelle 3.22 vorgeschlagenen Wertebereichs von 0,2 bis 1 %.

Der für die Entsorgung verwendete Emissionsfaktor $EF_{\text{Entsorgung}} = 30 \%$ liegt im oberen Bereich 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.

4.7.1.2.6 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.

Es wird ein eigenes Kältemodell angewendet:

- Ermittlung der Anzahl der jährlichen Fahrzeug-Neuzulassungen, jeweils für Pkw, Lkw bzw. Nfz, Busse und Landmaschinen.
- Ermittlung der durchschnittlichen Ausrüstungsquoten mit Klimaanlage für Pkw, Lkw bzw. Nfz, Busse und Landmaschinen. Die Durchschnittsquote beruht für Pkw aus den Angaben für jeden Fahrzeugtyp, ansonsten auf Angaben von Branchenexperten.
- Ermittlung der durchschnittlichen Füllmenge (Kältemittel) aus den Angaben für jeden Fahrzeugtyp und den Angaben von Branchenexperten.
- Ermittlung der jährlichen Neuinstallationen von Klimaanlage in Schiffen (auf Basis von Schiffsneubauten für die deutsche Flotte) und Schienenfahrzeugen (auf Basis von Neubeschaffungen der deutschen Bahn) und deren Füllmenge.
- Ermittlung des jährlichen Neuzugangs an HFKW-134a für jeden Bereich aus den Angaben zuvor, sowie des Endbestands und des mittleren Bestands für jeden Bereich.
- Bestandsemissionen werden durch Multiplikation des „mittleren Jahresbestandes“ für jeden Bereich mit dem jeweiligen $EF_{\text{Anwendung}}$ errechnet. Ermittlung des inländischen Verbrauchs an HFKW-134a zur Herstellung von mobilen Klimaanlage.
- Herstellungsemissionen werden nach Gleichung 1 errechnet.
- Entsorgungsemissionen traten erstmalig im Jahr 2002 auf. Diese werden durch Gleichung 3 errechnet.

Emissionsfaktoren

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind das Ergebnis von Literaturlauswertungen (z.B. CLODIC & BEN YAHIA, 1997; FISCHER, 1997; ÖKO-RECHERCHE, 2001; ÖKO-RECHERCHE / ECOFYS 2003; PREISEGGER, 1999; SIEGL et al., 2002), Messungen (Pkw), Auswertungen von Werkstattokumentationen und umfangreichen Expertenbefragungen. Zu den regulären Emissionen während des Betriebs kommen hier noch Emissionen durch Unfälle und andere äußere Einflüsse hinzu.

Die laufenden HFKW-Emissionen werden für Pkw auf 10 % geschätzt, für Nutzfahrzeuge auf 10 - 15 %, für 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.

Die EF für die Befüllung von Pkw, Nfz, Bussen und Schienenfahrzeugen (siehe Tabelle 118) 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.

Der Emissionsfaktor für die Entsorgung von HFKW aus mobilen Klimaanlage beträgt 30 % und liegt damit unter dem Standardwert der IPCC-GPG (2000: S. 3.110) von 40 %.

Aktivitätsdaten

Neuzulassungen von Pkw, Nfz, Bussen und 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 (ÖKO-RECHERCHE, 2005).

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 Präzisierungsbedarf 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.

Die Datenqualität der Emissionen aus mobilen Klimaanlagen ist gut. Denn es können die Jahresverbräuche von HFKW über die 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, 2001) und einer EU-Studie über Leckageraten mobiler Klimaanlagen (ÖKO-RECHERCHE / ECOFYS, 2003) wurden die bis dahin angenommenen Emissionsfaktoren bestätigt. Insgesamt werden die EF als genau bewertet.

Eine Quantifizierung der Unsicherheiten für die gesamte Unterquellgruppe Kälte- und Klimaanlagen ist für die Berichterstattung 2012 erfolgt.

4.7.1.4 Quellspezifische Rückrechnungen (2.F.1 alle)

Aufgrund neuer Erkenntnisse mussten die Produktions- und Zulassungszahlen von Kühlfahrzeugen (Subquellgruppe 2.F.1.c) für das Jahr 2009 korrigiert werden. Dies führte zu den in Tabelle 119 aufgeführten Änderungen der Aktivitätsraten (AR) und Emissionen (EM) der Produktion und Anwendung von HFKW-125, HFKW-134a, HFKW-143a und HFKW-32.

Tabelle 119: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR und der EM in der Produktion und Anwendung von HFKW-125, HFKW-134a, HFKW-143a und HFKW-32 in Kühlfahrzeugen der Subquellgruppe 2.F.1.c.

	Einheit	2009
AR Produktion HFKW-125		
Submission 2011	t	6,854
Submission 2012	t	9,096
Differenz	t	+ 2,242
AR Produktion HFKW-134a		
Submission 2011	t	4,914
Submission 2012	t	5,943
Differenz	t	+ 1,028
AR Produktion HFKW-143a		
Submission 2011	t	6,164
Submission 2012	t	8,153
Differenz	t	+ 1,990
AR Produktion HFKW-32		
Submission 2011	t	1,639
Submission 2012	t	2,197
Differenz	t	+ 0,559
EM Produktion HFKW-125		
Submission 2011	t	0,0067
Submission 2012	t	0,0083
Differenz	t	+ 0,0016
EM Produktion HFKW-134a		
Submission 2011	t	0,0086
Submission 2012	t	0,0104
Differenz	t	+ 0,0018
EM Produktion HFKW-143a		
Submission 2011	t	0,0066
Submission 2012	t	0,0081
Differenz	t	+ 0,0016
EM Produktion HFKW-32		
Submission 2011	t	0,0011
Submission 2012	t	0,0014
Differenz	t	+ 0,0003
AR Anwendung HFKW-125		
Submission 2011	t	161,842
Submission 2012	t	163,805
Differenz	t	+ 1,963
AR Anwendung HFKW-134a		
Submission 2011	t	100,787
Submission 2012	t	101,378
Differenz	t	+ 0,591
AR Anwendung HFKW-143a		
Submission 2011	t	164,399
Submission 2012	t	166,389
Differenz	t	+ 1,990
AR Anwendung HFKW-32		
Submission 2011	t	22,735
Submission 2012	t	23,014
Differenz	t	+ 0,279
EM Anwendung HFKW-125		
Submission 2011	t	25,063
Submission 2012	t	25,382
Differenz	t	+ 0,320
EM Anwendung HFKW-134a		
Submission 2011	t	23,112
Submission 2012	t	23,260
Differenz	t	+ 0,148
EM Anwendung HFKW-143a		
Submission 2011	t	25,589
Submission 2012	t	25,917
Differenz	t	+ 0,328
EM Anwendung HFKW-32		
Submission 2011	t	3,410
Submission 2012	t	3,452
Differenz	t	+ 0,042

Basierend auf neueren Veröffentlichungen des Kraftfahrtbundesamt musste bei Nutzfahrzeugen (Subquellgruppe 2.F.1.f) die Anzahl neu zugelassener Nutzfahrzeuge mit einer Gesamtmasse größer 7,5 t für das Jahr 2009 nachträglich von 37.239 auf 39.326 Stück erhöht werden. Dadurch war eine Rekalkulation der Werte für die Anwendung von Nutzfahrzeugen mit einer Gesamtmasse größer 7,5 t nötig, die zu einer Erhöhung der Aktivitätsrate der Anwendung von 521,91 t auf 522,87 t (+ 0,96 t) und der Anwendungsemissionen von 78,29 t auf 78,43 t (+ 0,14 t) HFKW-134a im Jahr 2009 führte.

Der fehlerhaft eingetragene Wert der Aktivitätsrate der Produktion bei Schienenfahrzeugen (Subquellgruppe 2.F.1.f) für das Jahr 2009 wurde von 8,40 t auf 7,56 t (- 0,84 t) nach unten korrigiert. Dadurch verringerten sich auch die Befüllungsemissionen von HFKW-134a im Jahr 2009 von 0,017 t auf 0,015 t (- 0,002 t). Die Aktivitätsrate der Anwendung sank von 232,58 t auf 232,16 t (- 0,42 t), und die Anwendungsemissionen reduzierten sich von 14,0 t auf 13,9 t (- 0,1 t).

4.7.1.5 Geplante Verbesserungen (2.F.1 alle)

Die Aktualität der verwendeten Kältemittelmodelle soll überprüft werden.

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 118 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 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 CEFIC⁴³ respektive dessen Branchengruppe EXIBA⁴⁴ 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 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 CEFIC⁴⁵ bzw. dessen Branchenverband EXIBA⁴⁶ mitgeteilt.

Der Sprecher des Fachverbands Polystyrol-Extruderschaumstoff 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 %.

⁴³ CEFIC – The European Chemical Industry Council

⁴⁴ EXIBA – European Extruded Polystyrene Insulation Board Association

⁴⁵ CEFIC – The European Chemical Industry Council

⁴⁶ EXIBA – European Extruded Polystyrene Insulation Board Association

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.

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 Beflutung 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 Quellspezifische Rückrechnungen (2.F.5)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.7.5.5 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (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 CF₄ chemisch um. Der Emissionsfaktor als inverse Umsetzungsrate beträgt also 85 % des CF₄-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)

Geringfügige Rückrechnungen wurden vom Verband für die Jahre 1995 bis maximal 1999 durchgeführt.

	Einheit	1995	1996	1997	1998	1999
Submission 2011	C ₂ F ₆ Emissionen	11,31	13,90	17,40	17,34	18,80
Submission 2012		13,32	14,62	18,13	18,48	18,32
Differenz		2,00	0,72	0,72	1,14	-0,48
Submission 2011	CF ₄ Emissionen	11,19	12,71	12,89	11,69	17,10
Submission 2012		11,89	13,25	13,43	12,71	17,15
Differenz		0,70	0,54	0,54	1,02	0,05
Submission 2011	CHF ₃ Emissionen	1,06	1,25	1,33	1,00	1,05
Submission 2012		1,16	1,30	1,38	1,05	1,06
Differenz		0,10	0,05	0,05	0,05	0,01
Submission 2011	SF ₆ Emissionen	2,04	1,75	2,22	2,44	2,19
Submission 2012		2,07	1,75	2,22	2,44	2,19
Differenz		0,04	0,00	0,00	0,00	0,00

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 Berichterstattung 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. Im Jahre 2006 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 2010 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; die sich rechnerisch ergebenden, marginalen Bestandsminderungen um Emissionen wurden bisher aus pragmatischen Gründen nicht berücksichtigt.

Entsorgungsemissionen

Wegen der langen Lebensdauer von Schaltanlagen (40 Jahre) und dem Ersteinsatz von SF₆ Ende der 60er Jahre kommt es heute erst in geringem Umfang zu Entsorgungsemissionen. Aus Altanlagen (Hoch- und Mittelspannung) zur Entsorgung anstehende SF₆-Mengen (AR) wurden daher bislang nur grob geschätzt (auf konstante 3 t/a). Ab dem Berichtsjahr 2005 werden 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 120 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 120: Inventardaten 2010 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:	942,6	2033	15	10,5	7,1
MS Schaltanlagen und -geräte (in hermetisch abgeschlossenen Drucksystemen)*	153,1	860,0	0,12	0,6	0,9
HS Schaltanlagen und -geräte (in geschlossenen Drucksystemen)**	726,3	988,2	14,9	3,7	5,7
Sonstige Elektrische Betriebsmittel ***	63,1	185,0	IE	6,2	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 den Betreibern über die jährlichen Nachfüllungen ermittelt, die von eigenem Personal oder vom Herstellerservice durchgeführt wurden. (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 0,75 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 VDN zufolge, der die Erhebungen durchführt, 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 den Bestand der letzten Jahre als akzeptabel zu bewerten.

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.

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)*

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

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_{Entsorgung} = 1).

Aktivitätsdaten

Der Jahres-Neuverbrauch wird 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 SF₆ 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 SF₆-Gas zu befüllen. Wegen des großen Treibhauspotenzials von SF₆ 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 SF₆ 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 SF₆ erfolgte in den Sohlen von Sportschuhen zur Verbesserung der Dämpfung; das letzte Mal europaweit im Jahr 2003. Ab 2004 wurde FKW-218 (C₃F₈) 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 Guidelines⁴⁷ 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.

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%.

⁴⁷ IPCC GL 2006, Vol. 6, Chapter 6: Electronics Industry

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)

Es waren keine quellspezifischen Rückrechnungen 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 (Umweltstatistiken⁴⁸, Produktions- und Verkaufszahlen⁴⁹ etc.) herangezogen und diese durch Rücksprache mit Experten (Anwendern, Kältemittelherstellern, Lieferanten etc.) auf ihre Belastbarkeit geprüft.

⁴⁸ Erhebungen nach § 11 des UstatG.

⁴⁹ Erhebungen nach Außenhandelsstatistikgesetz (AHStatGes) und Produktionsstatistiken

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		2010		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Consumption of Halocarbons and SF ₆	SF ₆	-	-	442,2 (0,04%)	163,3 (0,0 2%)	-63,07%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
SF ₆		s. Tabelle 118	

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.

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)

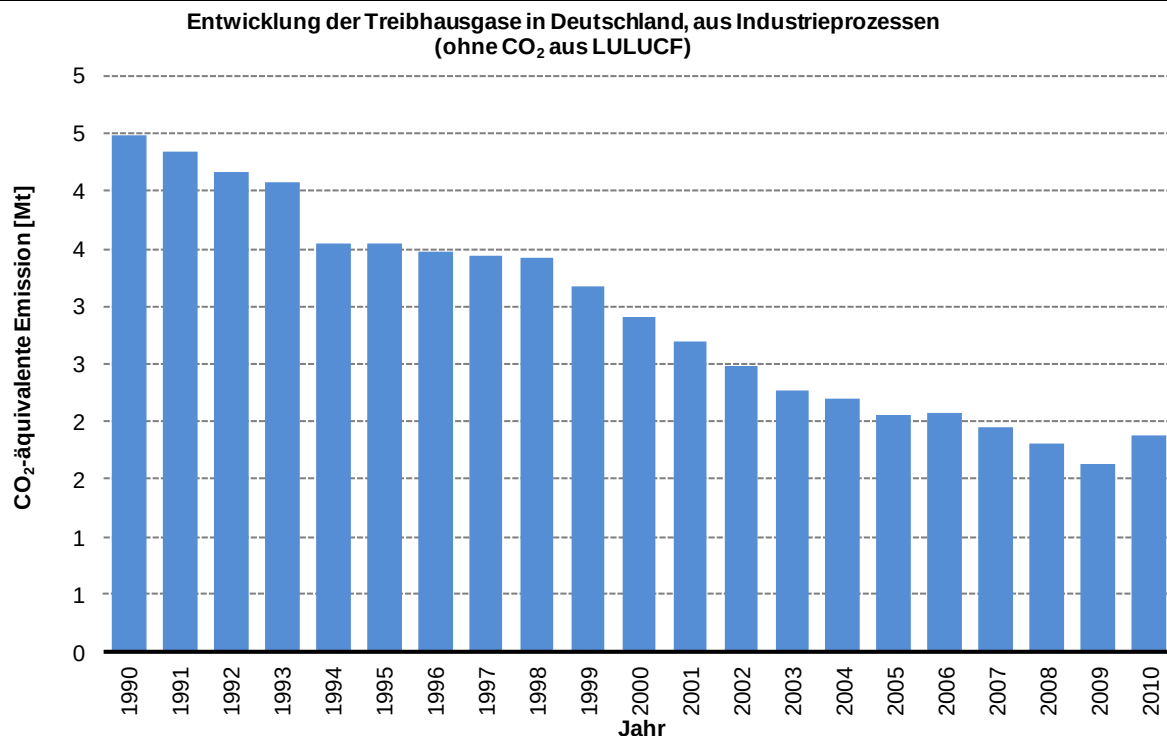


Abbildung 43: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 3

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 (%)		2010 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Trend
Total Solvent and Other Product Use	CO ₂	-	-	2.552,0 (0,21%)	1.583,3 (0,17%)		-37,96%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	RA	NS	D
NMVOC	Tier 2	NS	CS

Die Quellgruppe 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-Systematik⁵⁰ 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 zurückgegriffen⁵¹. Zur Konkretisierung des Begriffes „Lösemittelanwendung“ (solvent use) wird für die Lösemitteldefinition ebenfalls auf die EG-Lösemittelrichtlinie zurückgegriffen⁵².

⁵⁰ hier in der Detaillierung des sogenannten SNAP Level 3

⁵¹ 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.

⁵² 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 42 % 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.

In der Berichterstattung 2009 sind zum ersten Mal die indirekten CO₂-Emissionen aus NMVOC berechnet worden. Für die Umrechnung ist der folgende Rechenansatz genutzt worden.

$$EM_{\text{indirektes CO}_2} = EM_{\text{NMVOC}} * \text{Molmasse CO}_2 / \text{Molmasse C} * 75 \%$$

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 (2009) wurden 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.

Tabelle 121: Quellenspezifische Rückrechnungen in 3.A-D für die NMVOC - Lösemittlemissionen

Quellgruppe	Stand	Schadstoff	Einheit	2009	2010
3 A, Paint Application	Submission 2011	NMVOC	Gg	268	
3 A, Paint Application	Submission 2012	NMVOC	Gg	224	260
	Differenz	NMVOC	Gg	-44	
3 B, Degreasing and Dry Cleaning	Submission 2011	NMVOC	Gg	46	
3 B, Degreasing and Dry Cleaning	Submission 2012	NMVOC	Gg	37	37
	Differenz	NMVOC	Gg	-9	
3 C, Chemical Products, Manufacture and Processing	Submission 2011	NMVOC	Gg	54	
3 C, Chemical Products, Manufacture and Processing	Submission 2012	NMVOC	Gg	48	56
	Differenz	NMVOC	Gg	-6	
3 D, Other Product Use	Submission 2011	NMVOC	Gg	301	
3 D, Other Product Use	Submission 2012	NMVOC	Gg	286	366
	Differenz	NMVOC	Gg	-15	

Tabelle 122: Quellspezifische Rückrechnungen in 3.A-D für die CO₂-Äquivalent - Lösemittlemissionen

Quellgruppe	Stand	Schadstoff	Einheit	2009	2010
3 A, Paint Application	Submission 2011	CO ₂	Gg	589	
3 A, Paint Application	Submission 2012	CO ₂	Gg	493	573
	Differenz	CO ₂	Gg	-97	
3 B, Degreasing and Dry Cleaning	Submission 2011	CO ₂	Gg	101	
3 B, Degreasing and Dry Cleaning	Submission 2012	CO ₂	Gg	82	82
	Differenz	CO ₂	Gg	-19	
3 C, Chemical Products, Manufacture and Processing	Submission 2011	CO ₂	Gg	119	
3 C, Chemical Products, Manufacture and Processing	Submission 2012	CO ₂	Gg	106	123
	Differenz	CO ₂	Gg	-13	
3 D, Other Product Use	Submission 2011	CO ₂	Gg	663	
3 D, Other Product Use	Submission 2012	CO ₂	Gg	630	805
	Differenz	CO ₂	Gg	-33	

5.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (3.A-3.C & 3.D)

Derzeit sind keine weiteren quellspezifischen 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%)	299,2	(0,03%)	-84,45%

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 (liegt 2010 bei 8,5 % 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.

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.

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 N_2O 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 N_2O 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

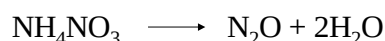
Sprengstoffe können militärisch und gewerblich eingesetzt werden. Zivile bzw. gewerbliche Sprengstoffe finden im Bergbau, bei Baumaßnahmen in felsigen Gegenden, bei Abrissunternehmen, in der Geologie und bei Feuerwerken Verwendung.

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 Amatolen⁵³ mit etwa 80 % an AN nur 0,1 Mol N₂O 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 N₂O-Emissionen bezogen auf diesen AN-Gehalt für andere Sprengstoffe getroffen werden.

N₂O 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 N₂O-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 N₂O 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 N₂O-Emission von 6.200 t für Deutschland festgelegt. Die N₂O-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 N₂O-Emissionen der Mittelwert aus diesen Werten verwendet wurde (3.250 t/a).

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%.

⁵³ Amatol x/y : militärische Sprengstoffe. Gießbare Gemische, i.a. aus x % TNT und y % Ammoniumnitrat

Sprühsahnedosen

Der Einsatz von N_2O 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 N_2O für 0,5l Sahnedosen und 16g N_2O für 1,0l Sahnedosen verkauft werden. Vergleichsrechnungen haben ergeben, dass vereinfacht mit 8g N_2O pro verkaufter Einheit gerechnet werden kann. Dies ergibt eine Einsatzmenge von 401,6 t N_2O 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 importiert⁵⁴. Das ergibt eine in Deutschland 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 NO_2 nicht ermittelt.

In der Regel ist die Bildung von N_2O nur bei Sprengstoffen relevant, die Ammoniumnitrat (AN) enthalten. Allerdings liegen bei ANFO-Sprengstoffen keine genauen Analysen der

⁵⁴ Persönliche Mitteilung: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM).

Detonationsschwaden vor. Aus diesem Grund muss man davon ausgehen, dass bei der Detonation von ANFO eine ähnlich hohe Konzentration von N_2O gebildet wird bezogen auf den AN-Gehalt wie bei den Amatolen und Ammoniten⁵⁵, 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 N_2O 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 N_2O /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 N_2O 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.

5.3.4 Quellspezifische 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.

⁵⁵ Ammonit: Zusammensetzung 70-88 % Ammoniumnitrat mit 5-20 % Nitroaromaten, 1-6 % Pflanzenmehl sowie z.T. 4 % Nitroglycerin, Aluminiumpulver und Kaliumperchlorat

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 - 2010

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 1 gibt für den vorliegenden NIR 2012 eine Übersicht über die zeitliche Entwicklung der Treibhausgasemissionen aus den Bereichen 4.A, 4.B und 4.D. Die Daten wurden mit dem in den nachfolgenden Kapiteln beschriebenen Modell GAS-EM (siehe Kapitel 6.1.2) berechnet.

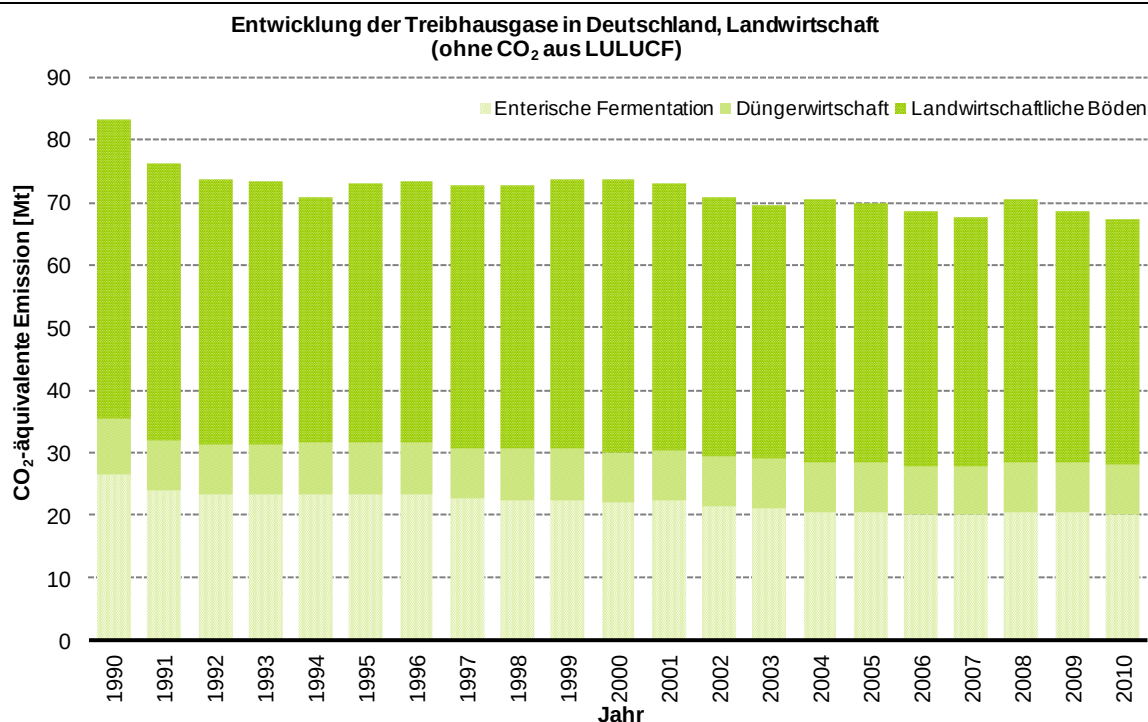


Abbildung 44: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 4

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 (UN ECE: EMEP, 2003; EMEP, 2006; EMEP, 2009; IPCC Guidelines: IPCC,

1996b; IPCC 2006, IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management: IPCC, 2000).

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 (HAENEL et al., 2012). Die nachfolgenden Ausführungen repräsentieren eine Zusammenfassung des ausführlichen Berichtes im Hinblick auf die Zielsetzung des NIR 2012.⁵⁶

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 Emissionsinventarmodells GAS-EM

Als Grundlage der Emissionsberechnungen in der Tierhaltung dient die Futteraufnahme, die als Funktion des erhaltungs- und leistungsbedingten Energiebedarfs berechnet wird, wie Abbildung 45 dies am Beispiel der Milchkuh verdeutlicht. Daraus ergeben sich die CH₄-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.

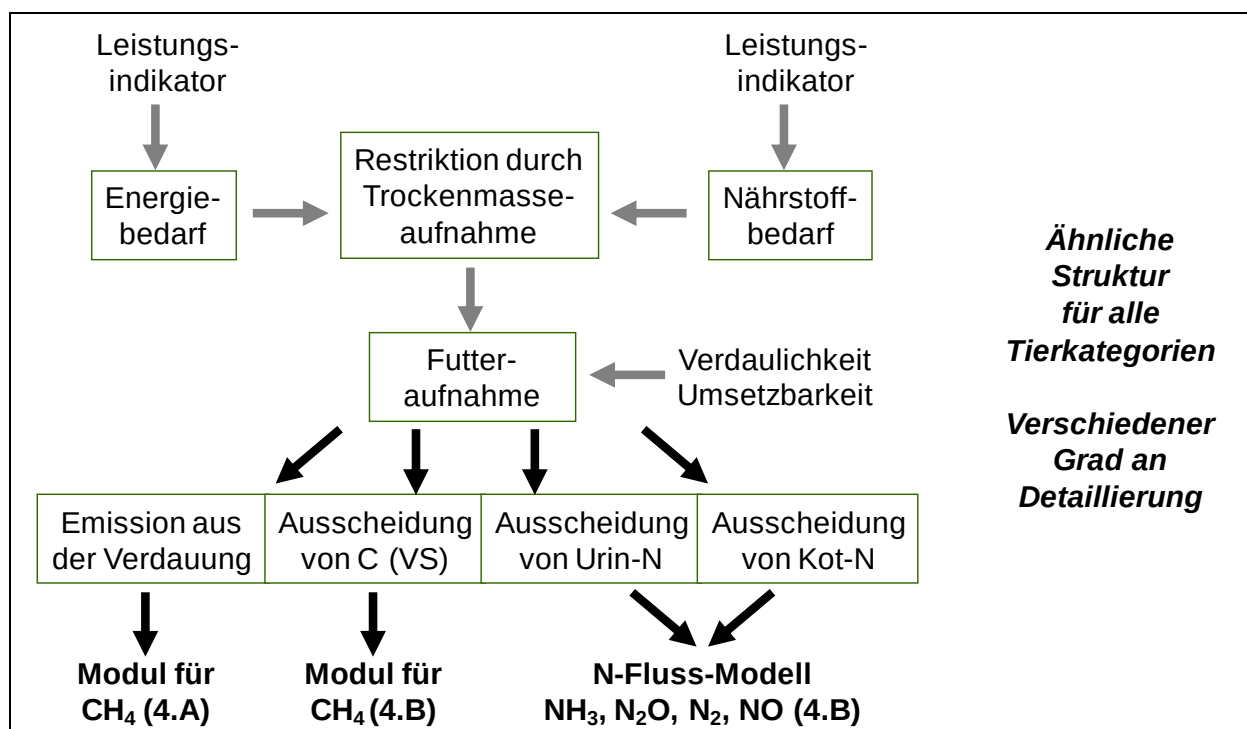


Abbildung 45: Logik der nationalen Methodik für die Emissionsberechnungen in der Tierhaltung am Beispiel der Milchkuh. („Leistungsindikator“ steht hier für die Summe aus leistungs- und erhaltungsbedingtem Bedarf.)

Abbildung 46 zeigt, wie und auf welcher räumlichen Ebene – soweit Daten vorhanden – das GAS-EM-Modell erst nach Tierkategorien und –unterkategorien für die Berechnungen der

⁵⁶ Der ausführliche Bericht ist auch in elektronischer Form erhältlich bei: dieter.haenelvti.bund.de, claus.roesemann@vti.bund.de.

Quellgruppen 4.A und 4.B differenziert, diese wiederum nach Stallsystemen, Lagerungssystemen und Ausbringungsverfahren für Wirtschaftsdünger. CH_4 wird für 4.A und 4.B getrennt je Tier-Subkategorie berechnet. N_2O wird für die Quellgruppen 4.B und 4.D auf der Basis eines N-Fluss-Konzeptes berechnet (s. Kapitel 6.1.2.4).

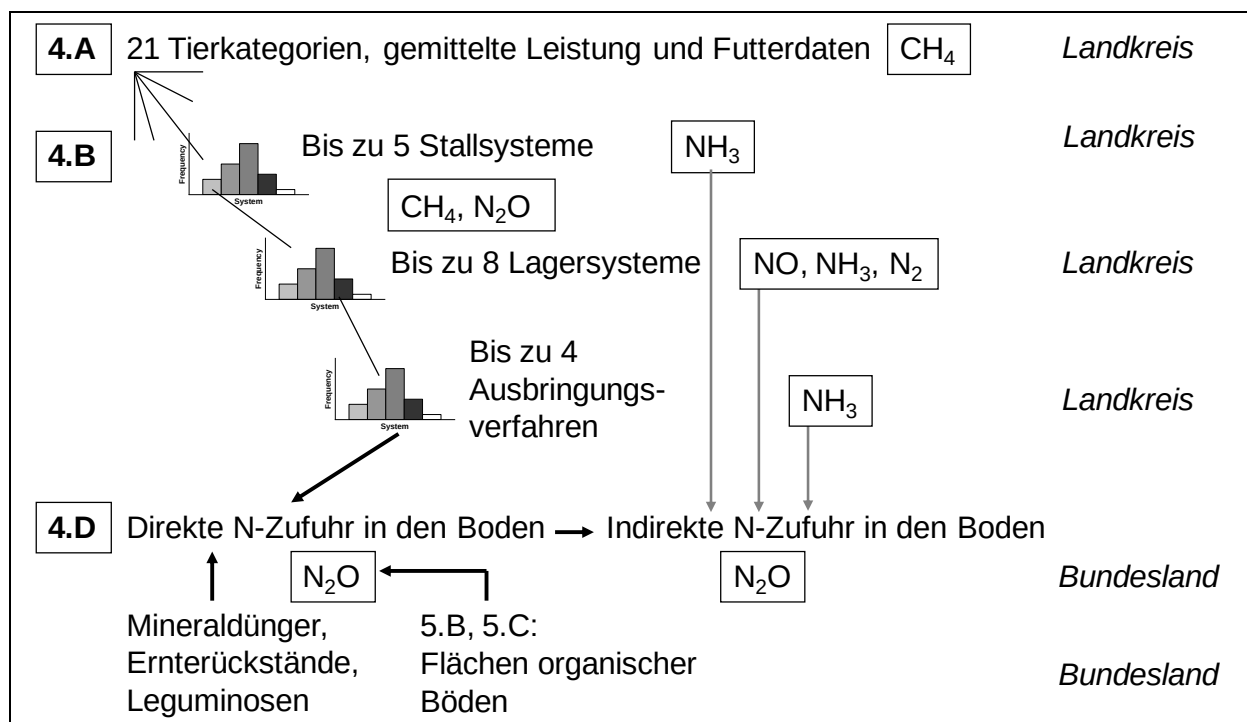


Abbildung 46: Konzept, thematische Inhalte und räumliche Auflösung des GAS-EM Modells

6.1.2.3 Die Behandlung von Kohlenstoff im Emissionsinventar

Mit dem Inventarmodell GAS-EM werden die CH_4 -Emissionen aus der Verdauung und den VS-Ausscheidungen der landwirtschaftlichen Nutztiere (siehe Kapitel 6.2, 6.3.2 und 6.3.3) berechnet, wobei gülle- und strohbasierte Systeme mit ihren typischen Lagerformen berücksichtigt werden. Entsprechend den IPCC Guidelines werden VS-Beiträge aus Einstreumaterial nicht berücksichtigt (siehe Kapitel 6.3.1).

6.1.2.4 Das Stickstoff-Fluss-Konzept

Die Berechnung der Emissionen von N-Spezies mit GAS-EM erfolgt auf Grundlage des N-Fluss-Konzeptes (DÄMMGEN AND 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 (s. Verweise in HAENEL et al., 2012).

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 Inventarmodell 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 die im N-Fluss-Konzept ebenfalls relevanten N_2 -Emissionen proportional zur verfügbaren N-Gesamtmenge bestimmt 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 . Nach Abzug der NH_3 -Emissionen aus dem Stall wird die verbleibende N-Menge aller Ställe zusammengefasst und ins Lager transferiert.

Die dem Lager zufließende Gesamt-N-Menge wird zwischen den verschiedenen in Deutschland gängigen Lagerungsverfahren entsprechend ihren prozentualen Anteilen aufgeteilt. Dies schließt die Unterscheidung zwischen festen und flüssigen Wirtschaftsdüngern ein. Aus dem Lager erfolgen Emissionen von NH_3 . Die Emissionen von N_2O , NO und N_2 werden für Stall und Lager gemeinsam berechnet. Die in den verschiedenen Lagersystemen nach Abzug der N-Emissionen verbleibende N-Menge wird zusammengefasst und 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. Bei der Ausbringung entstehen N-Verluste durch NH_3 -Emissionen. Nach Abzug der NH_3 -Emissionen sowie der proportional zur ausgebrachten N-Menge berechneten NO -Emissionen ergibt sich die im Boden verfügbare N-Menge zur Berechnung der N_2O -Emissionen (siehe Kapitel 6.5.2).

6.1.3 Charakterisierung der Tierbestände

6.1.3.1 Tierkategorien (CRF 4.A, 4.B)

Für die Berechnung der Emissionen aus der Tierhaltung in der deutschen Landwirtschaft wird der Tierbestand in Haupt- und Subkategorien unterteilt. Die Unterteilung in Subkategorien ist für die adäquate Beschreibung leistungs- und haltungsmäßig homogener Teil-Tierbestände erforderlich. Ein Vergleich der deutschen Subkategorien mit den IPCC-Vorschlägen ist in der nachfolgenden Tabelle gegeben.

Tabelle 123: Charakterisierung der Tierbestände nach IPCC und die für die deutsche Emissionsberichterstattung verwendete Einteilung

	IPCC-Hauptkategorien	IPCC-Subkategorien	Deutschland	
Rinder	Milchkühe	Unterteilung in zwei oder mehr Leistungsklassen	Milchkühe, leistungs- und fütterungsabhängige Erfassung für jeden Landkreis	
	Ausgewachsene sonstige Rinder	männlich/weiblich Mast und Remontierung, Zugleistung	Mutterkühe	
			Zuchtbullen	
	Jungtiere	Färsen, Kälber, männliche Jungrinder	Kälber (bis 2 Monate)	
			weibliche Jungrinder ab 2 Monaten (Färsen)	
			männliche Jungrinder ab 2 Monaten (Mastbullen)	
Schweine	ausgewachsene Schweine	Tragende Sauen	Sauen	
		Ferkelnde Sauen	(incl. Saugferkel bis 8,5 kg)	
	wachsende Schweine	Eber	Eber	
		Saugferkel	Aufzuchtferkel	
Schafe	Mutterschafe	Tragende Schafe	CH ₄ : Schafe	N-Spezies: Schafe ohne Lämmer, Lämmer
	Schafe >1 Jahr	Milchschafe		
	Jungtiere	Männliche Tiere, kastrierte Tiere, weibliche Tiere		
Geflügel	Hühner	Legehennen in Flüssig- und Festmistsystemen Freilandhaltung, Masthähnchen und –hühnchen	Legehennen	
			Masthähnchen und –hühnchen	
			Junghennen	
	Puten	Puten zur Nachzucht Puten in Stallhaltung Puten in Freilandhaltung	Männliche Puten zur Mast	
	Enten	Enten zur Nachzucht Mastenten	Weibliche Puten zur Mast	
Sonstige	Sonstige	Pferde, Ziegen, Esel, Maultiere, Kamele, Pelztiere, Gänse, etc.	Mastenten	
			Pferde (Großpferde und Kleinpferde), Ziegen, Esel und Maultiere, Pelztiere, Büffel, Gänse	

Spalten 1 und 2 nach IPCC (2006)

In der deutschen Berichterstattung setzt sich die Tierkategorie „Rinder“ (CRF 4.A.1.A) aus Milchkühen (CRF 4.A.1.a) und der Gruppe der „übrigen Rinder“ (CRF 4.A.1.b) zusammen. Die „übrigen Rinder“ umfassen Kälber, Färsen, Mastbullen, Mutterkühe und Zuchtbullen.

Die Kategorie „Schweine“ (CRF 4.A.8) gliedert sich in Sauen (incl. Saugferkel bis 8 kg), Aufzuchtferkel, Mastschweine und Eber.

Für die Berechnung der Methan-Emissionen wird die Kategorie „Schafe“ (CRF 4.A.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) gliedert sich in Legehennen, Masthähnchen und –hühnchen, Junghennen, Gänse, Enten, männliche Puten und weibliche Puten.

Bei Pferden (CRF 4.A.6) werden Großpferde und Kleinpferde getrennt berechnet, da sie sich hinsichtlich ihres Energiebedarfs unterscheiden. Die Teilergebnisse werden anschließend zu den Gesamtergebnissen für „Pferde“ aggregiert.

Esel und Maultiere (CRF 4.A.7) werden wie Kleinpferde behandelt.

6.1.3.2 Aktivitätsdaten (CRF 4.A, 4.B)

6.1.3.2.1 Tierzahlen (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.

Dem Inventar liegen für jedes zweite Jahr im Zeitraum 1990 bis 1996 und im Zeitraum 1999 bis 2007 (mit Ausnahme des Jahres 2005) Tierzahlen von Rindern, Schweinen, Schafen, Pferden und Geflügel auf Kreisebene zugrunde, die durch das Statistische Bundesamt im Rahmen von Agrarstrukturserhebungen zum Stichtag 3. Mai erhoben wurden⁵⁷. Im Jahr 2005 erfolgte lediglich eine repräsentative Erhebung der Tierbestände, so dass für 2005 keine Tierzahlen auf Kreisebene verfügbar sind. Neben den Agrarstrukturserhebungen werden durch das Statistische Bundesamt zweimal jährlich zum Stichtag 3. Mai und 3. November Merkmale zu Rinder-, Schweinebeständen sowie zum Stichtag 3. Mai (ab 2011 zum Stichtag 3. November) zu Schafbeständen in der Viehbestandserhebung erfasst. Für diese Tierkategorien sind somit in den Jahren zwischen den Agrarstrukturserhebungen Informationen zu den Beständen auf Bundeslandebene erhältlich. Dabei werden aus Gründen der Zeitreihenkonsistenz für Rinder und Schweine immer die Zahlen der Mai-Erhebung verwendet. Eine Abweichung des üblichen Stichtags 3. Mai gab es in der Landwirtschaftszählung 2010, in welcher Merkmale zu den Viehbeständen am 1. März total erhoben wurden. Von der Veränderung des Stichtags sind nur die für das Inventar verwendeten Bestände an Geflügel, Ziegen, Schafen und Equiden betroffen, da für das Jahr 2010 die Rinderzahlen komplett und die Schweinezahlen größtenteils aus der Viehbestandserhebung (Stichtag 3. Mai) stammen. Der 2010 erstmals amtlich erhobene Bestand an Equiden schließt Esel und Maultiere ein, 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. Der damit verbundene Fehler (Überschätzung der Pferdezahlen) ist wegen der im Vergleich zur Equidengesamtzahl geringen Anzahl der Esel und Maultiere vernachlässigbar. Der Ziegenbestand wurde seit Jahrzehnten zum ersten Mal wieder in der Landwirtschaftszählung 2010 erhoben.

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. Somit sind seit dem Jahr 2008 Rinderbestände auf Kreisebene verfügbar. 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

⁵⁷ In der Agrarstrukturserhebung werden landwirtschaftliche Betriebe befragt, die gewisse Erfassungsgrenzen erreichen (z.B. 2 ha landwirtschaftliche Fläche oder eine Mindestzahl an Nutztieren wie 8 Rinder oder 8 Schweine). Im Jahr 2010 wurden die Erfassungsgrenzen angehoben (u.a. auf 5 ha landwirtschaftliche Fläche).

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 %). Da es laut Statistischem Bundesamt nicht möglich ist, diese Abweichung für die zurückliegenden Jahre zu schätzen, wurden die Rinder-Zeitreihen von 1990 bis 2007 nicht angepasst. Als Folge werden die Emissionen aus der Rinderhaltung in den Jahren 1990 bis 2007 leicht unterschätzt.

In den Jahren zwischen den Agrarstrukturerhebungen fehlen Informationen zu den Beständen an Geflügel und Pferden. Diese wurden folgendermaßen auf Bundeslandebene geschätzt:

- Fehlende Zahlen beim Geflügel für die Jahre 2008 und 2009 wurden durch Interpolation zwischen den Werten von 2007 und 2010 berechnet. Dies stellt eine methodische Veränderung im Vergleich zum NIR 2011 dar, in welchem die fehlenden Daten ab 2007 fortgeschrieben (bzw. für Masthähnchen extrapoliert) wurden, da der Wert für 2010 damals noch nicht bekannt war. Die Zahlen für die Jahre vor 2007 wurden ebenfalls interpoliert, anstatt wie bisher den letzten verfügbaren Wert fortzuschreiben. Dadurch ergeben sich Abweichungen zwischen den Geflügelzahlen im NIR 2011 und NIR 2012.
- Datenlücken in der Zeitreihe der Pferdezahlen wurden durch Interpolation gefüllt, anstatt wie bisher den letzten erhältlichen Wert fortzuschreiben. Dadurch ergeben sich Abweichungen zwischen den Pferdezahlen im NIR 2011 und NIR 2012.

Für Tierkategorien, deren Bestände in der amtlichen Agrarstatistik nicht oder nur selten erhoben werden, wurden die Tierzahlen wie folgt gewonnen:

- Die Anzahl 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. Im Jahr 2010 wurde die Gesamtzahl der Ziegen in Deutschland im Rahmen der Landwirtschaftszählung 2010 (LZ 2010) erfasst. Der Wert für 2010 liegt deutlich unter den Schätzungen der Vorjahre, die in Abstimmung mit dem Statistischen Bundesamt trotzdem weiter verwendet werden.
- Auch für Esel und Maultiere sind im benötigten Zeitraum keine Zahlen 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 6000 bis 8000 Esel und ca. 500 Maultiere und Maulesel. Neuere Zahlen aus dem Deutschen Eselstammbuch (2009) liegen deutlich niedriger, weisen aber große Unsicherheiten auf. Daher wird vorerst mit einer zeitlich konstanten Zahl von 8500 Eseln und Maultieren gerechnet.
- Das Statistische Bundesamt veröffentlicht keine Büffelzahlen. Daher wurden diese für die Jahre ab 2000 durch den Deutschen Büffelverband zur Verfügung gestellt. Aufgrund der Empfehlung im Abschlussbericht zum „Initial Review under the Kyoto Protocol and Annual 2006 Review under the Convention“ wurde die Zeitreihe der Büffel-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.

Um möglichst homogene Tierkategorien zu bilden, wurden einige der in den amtlichen Erhebungen verwendeten Tierkategorien modifiziert. Daher weichen die im deutschen Inventarmodell GAS-EM verwendeten Tierzahlen für die Tierkategorien Kälber, Färsen, Mastbullen, Aufzuchtferkel, Mastschweine, Legehennen und Junghennen von den Zahlen der amtlichen Statistik ab. Bei Puten werden Hähne und Hennen getrennt betrachtet. Pferde werden je nach Größe in die zwei Kategorien Großpferde und Kleinpferde (incl. Ponys) unterteilt. Die Summen aller Rinder, die Summe aus Junghennen und Legehennen, die Summe von Putenhähnen und –hennen sowie die Summe von Groß- und Kleinpferden entsprechen aber jeweils den Zahlen des Statistischen Bundesamts. Die der deutschen Emissionsberichterstattung zugrunde liegende Gesamtzahl an Schweinen ist um die Zahl der Saugferkel niedriger als die von der amtlichen Statistik berichteten, da die Emissionen von Saugferkeln bis zu einem Gewicht von 8 kg Tier⁻¹ bei den Emissionen aus der Sauenhaltung mit gerechnet und die Ergebnisse allein den Sauen zugeordnet werden. Aufgrund des gegenüber dem NIR 2011 (vgl. RÖSEMANN et al., 2011) geänderten Berechnungsverfahrens für die Saugferkelpopulation (HAENEL et al., 2011b) ergeben sich für den vorliegenden NIR höhere Saugferkelzahlen und damit eine Verringerung der dem Emissionsinventar zugrunde liegenden Schweine-Gesamtzahl gegenüber dem NIR 2011. Die in HAENEL et al. (2011b) ebenfalls beschriebene Überarbeitung des Verfahrens zur Berechnung der Tierzahlen für die Inventarkategorien Aufzuchtferkel und Mastschweine aus den offiziellen Tierzahlen für Ferkel bis 20 kg Tier⁻¹ sowie Jung- und Mastschweine ab 20 kg Tier⁻¹ bleibt ohne Auswirkung auf die Gesamtzahl der Schweine im Emissionsinventar.

Die der deutschen Berichterstattung zugrunde liegenden Tierplatzzahlen sind in Tabelle 124 zusammengestellt. Zu den Unsicherheiten der Tierzahlen siehe Tabelle 133 in Kapitel 6.1.4.

Tabelle 124: Zahl der in die deutsche Berichterstattung eingehenden Tierplätze (4.A, 4.B) in 1000

[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

6.1.3.2.2 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.

Tabelle 125 zeigt die mittleren Tiergewichte für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel. Details der Berechnung der mittleren Tiergewichte werden in HAENEL et al. (2012) beschrieben. Das mittlere Gewicht aller Schweine ändert sich gegenüber dem NIR 2011 aufgrund geänderter Tierzahlen und aktualisierter mittlerer Tiergewichte bei Sauen, Aufzuchtferkeln und Ebern. Die Änderung des mittleren Geflügelgewichtes im Vergleich mit dem NIR 2011 geht zurück auf ein verändertes mittleres Putengewicht (aufgrund aktualisierter Eingangsdaten), die Interpolation der Eingangsdaten für Masthähnchen und – hühnchen zwischen 2007 und 2010 sowie das Schließen von Datenlücken durch Interpolation statt durch Fortschreibung.

Tabelle 125: 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	1,76	1,79	1,80	1,72	1,69	1,66	1,63	1,63	1,67	1,63
[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	72,3	72,6	72,9	72,4	72,5
Geflügel	1,82	1,82	1,78	1,90	2,02	2,00	1,96	2,00	1,93	1,90
[kg Tier ⁻¹]	2010									
Milchkühe	646,8									
übrige Rinder	330,0									
Schweine	70,6									
Geflügel	1,89									

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 126 zeigt die mittlere tägliche Milchleistung bei Milchkühen als wichtigen Leistungsparameter. Die Daten stehen zum Zeitpunkt der Emissionsberechnungen immer nur bis zum vorletzten Jahr der Zeitreihe zur Verfügung. Für das letzte Jahr der Zeitreihe wird der Vorjahreswert übernommen.

Tabelle 126: 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									
Milchleistung	19,1									

Der leistungsabhängigen Berechnung der Gesamtenergie-Aufnahme (GE) liegt die Annahme einer bedarfsgerechten Fütterung zugrunde. Dazu wird der tierische Energiebedarf

berechnet und anhand des Energiegehaltes des Futters ermittelt, welche Menge Futter zur Deckung des Energiebedarfs aufzunehmen ist. Der sich daraus rechnerisch ergebende N-Gehalt des Futters wird auf Konsistenz mit den nationalen Fütterungsempfehlungen geprüft. Anhand des GE-Gehaltes des Futters wird die vom Tier aufgenommene Gesamtenergie berechnet.

Tabelle 127 zeigt für Milchkühe, übrige Rinder sowie Schweine die tägliche Gesamtenergie-Aufnahme GE. Die Abweichungen gegenüber dem NIR 2011 (Abnahme bei den Rindern, Zunahme bei den Schweinen) erklären sich durch Modifikationen am Milchkuhmodell und der Milchkuhfütterung (womit die vormals überhöhte N-Ausscheidung der Milchkühe auf das Niveau nationaler Standardwerte reduziert wurde), durch aktualisierte Futterkennwerte bei Färsen und Mastbullen sowie durch die Aktualisierungen von Tierzahlen und Tiergewichten bei den Schweinen.

Tabelle 127: 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 128 bis Tabelle 130 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. Es handelt sich um Trockenmasseaufnahme, Verdaulichkeit organischer Substanz und Aschegehalt des Futters (siehe auch Kapitel 6.3.2.2.1). Die Trockenmasseaufnahme ergibt sich aus der Futteraufnahme (siehe Kapitel 6.3.4.2.1) unter Berücksichtigung des Trockenmassegehaltes der Futterkomponenten. 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 HAENEL et al., 2012).

Tabelle 128: Tägliche Trockenmasseaufnahme (4.B(a)s1)

[kg ⁻¹ Platz ⁻¹ d ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	14,00	14,25	14,72	14,98	14,95	15,10	15,29	15,38	15,61	15,77
übrige Rinder	5,54	5,62	5,79	5,83	5,77	5,81	5,84	5,83	5,86	5,90
Schweine	1,73	1,75	1,78	1,79	1,81	1,82	1,84	1,84	1,87	1,85
[kg ⁻¹ Platz ⁻¹ d ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	15,98	16,24	16,32	16,49	16,53	16,72	16,80	16,96	16,76	16,92
übrige Rinder	5,92	5,94	5,89	5,88	5,86	5,85	5,88	5,91	5,87	5,88
Schweine	1,86	1,89	1,89	1,88	1,90	1,89	1,90	1,91	1,91	1,91
[kg ⁻¹ Platz ⁻¹ d ⁻¹]	2010									
Milchkühe	17,0									
übrige Rinder	5,89									
Schweine	1,90									

Tabelle 129: Verdaulichkeit von organischer Substanz im Futter (4.B(a)s1)

[kg ⁻¹ Platz ⁻¹ d ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	0,728	0,729	0,731	0,733	0,733	0,733	0,734	0,735	0,736	0,737
übrige Rinder	0,726	0,726	0,726	0,725	0,725	0,725	0,725	0,725	0,725	0,725
Schweine	0,852	0,851	0,851	0,851	0,851	0,851	0,851	0,851	0,851	0,852
[kg ⁻¹ Platz ⁻¹ d ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	0,738	0,739	0,740	0,741	0,741	0,742	0,742	0,743	0,742	0,743
übrige Rinder	0,725	0,725	0,725	0,726	0,726	0,726	0,726	0,726	0,726	0,726
Schweine	0,852	0,852	0,852	0,852	0,852	0,852	0,852	0,852	0,852	0,852
[kg ⁻¹ Platz ⁻¹ d ⁻¹]	2010									
Milchkühe	0,743									
übrige Rinder	0,726									
Schweine	0,852									

Tabelle 130: Aschegehalt des Futters

[kg ⁻¹ Platz ⁻¹ d ⁻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	0,090	0,090	0,090	0,090	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 ⁻¹ Platz ⁻¹ d ⁻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 ⁻¹ Platz ⁻¹ d ⁻¹]	2010									
Milchkühe	0,088									
übrige Rinder	0,091									
Schweine	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.

6.1.3.2.3 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 (s. Verweise in HAENEL et al., 2012).

Die leistungsabhängige Berechnung der N-Ausscheidung basiert auf einer bedarfsgerechten Fütterung (siehe Kapitel 6.1.3.2.2). Anhand des N-Gehaltes des Futters wird die vom Tier

aufgenommene N-Menge berechnet. Daraus ergibt sich nach Abzug von wachstumsbedingter N-Retention, N-Abgabe über Produkte (Milch/Eier) sowie N-Verluste durch Trächtigkeit/Nachwuchs als Restglied die N-Ausscheidung:

- Für die Tierkategorie Milchkühe werden die N-Ausscheidungen in Abhängigkeit von der Milchleistung, des Milcheiweiß-Gehaltes, des Gewichtes, 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. Die Aufteilung der Exkremente auf Stall und Weide erfolgt proportional zu den relativen Zeitanteilen, die auf die Haltung im Stall und auf der Weide entfallen.

Tabelle 131 zeigt die N-Ausscheidungen pro Tierplatz und Jahr für den vorliegenden NIR 2012 im Vergleich zu den entsprechenden Werten, die dem NIR 2011 zugrunde lagen. Die Unterschiede ergeben sich aus den Änderungen bei den Tiermodellen, siehe Kapitel 6.1.3.3. Für die folgenden Tierarten ist die N-Ausscheidung zeitlich konstant und in NIR 2011 und NIR 2012 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).

Tabelle 131: Die 2012 und 2011 berichteten 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 2012	95,1	98,4	101,8	103,9	101,3	102,2	103,4	103,8	105,4	106,4
Milchkühe 2011	106,3	110,1	114,3	117,0	114,4	115,8	117,5	118,3	120,4	121,8
übrige Rinder 2012	40,3	41,3	42,6	43,1	42,9	43,4	43,7	43,7	44,0	44,3
übrige Rinder 2011	37,1	38,1	39,3	39,8	39,6	40,3	40,7	40,8	40,9	41,2
Schweine 2012	11,8	12,0	12,2	12,2	12,3	12,4	12,5	12,5	12,6	12,5
Schweine 2011	11,7	11,9	11,9	11,9	12,0	12,1	12,1	12,2	12,2	12,1
Schafe 2012	7,7	7,6	7,6	7,8	7,7	7,7	7,8	7,7	7,7	7,9
Schafe 2011	7,4	7,2	7,3	7,4	7,4	7,3	7,4	7,4	7,3	7,5
Pferde 2012	48,4	48,4	48,5	48,4	48,4	48,3	48,3	48,6	49,0	49,4
Pferde 2011	48,4	48,4	48,5	48,5	48,4	48,4	48,3	48,3	48,3	49,4
Geflügel 2012	0,68	0,68	0,69	0,66	0,65	0,64	0,64	0,64	0,65	0,63
Geflügel 2011	0,68	0,68	0,68	0,68	0,67	0,66	0,66	0,66	0,67	0,65
[kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2012	107,7	109,8	109,8	110,7	111,1	112,4	113,0	114,2	112,4	113,7
Milchkühe 2011	123,8	126,6	127,2	128,8	129,4	131,1	131,9	133,4	131,5	131,5
übrige Rinder 2012	44,5	44,5	44,2	44,2	44,2	44,2	44,3	44,5	44,2	44,3
übrige Rinder 2011	41,4	41,3	41,0	41,0	41,0	41,0	41,0	41,1	40,8	40,8
Schweine 2012	12,4	12,6	12,6	12,5	12,5	12,4	12,4	12,3	12,2	12,1
Schweine 2011	12,1	12,1	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,1
Schafe 2012	7,8	7,8	7,8	7,9	7,8	7,8	7,8	7,7	7,7	7,8
Schafe 2011	7,5	7,5	7,4	7,6	7,5	7,5	7,4	7,4	7,4	7,4
Pferde 2012	49,2	49,0	49,1	49,1	49,1	49,1	49,0	49,0	49,0	49,0
Pferde 2011	49,4	49,0	49,0	49,1	49,1	49,1	49,1	49,0	49,0	49,0
Geflügel 2012	0,66	0,67	0,66	0,68	0,73	0,74	0,72	0,74	0,73	0,73
Geflügel 2011	0,67	0,68	0,67	0,68	0,74	0,74	0,72	0,75	0,76	0,78
[kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]	2010									
Milchkühe 2012	114,1									
übrige Rinder 2012	44,4									
Schweine 2012	11,9									
Schafe 2012	8,2									
Pferde 2012	49,0									
Geflügel 2012	0,73									

Aufgrund der in Kapitel 6.1.3.3 beschriebenen Modellverbesserungen ergibt sich für den Vergleich der N-Ausscheidungen zwischen NIR 2011 und NIR 2012: Bei den Milchkühen ist von NIR 2011 zu NIR 2012 eine deutliche Verringerung der N-Ausscheidungen zu erkennen, während die N-Ausscheidungen der übrigen Rinder gestiegen sind; bei den Schweinen und Schafen ist ein leichter Anstieg der N-Ausscheidung zu erkennen; bei den Pferden sind Zu- und Abnahmen zu verzeichnen; Geflügel weist im NIR 2012 für den gesamten Berichtszeitraum eine leicht verringerte N-Ausscheidung auf. Durch den dominierenden Einfluss der Milchkühe ist die Gesamt-N-Ausscheidung aller Tiere im NIR 2012 niedriger als im NIR 2011, siehe Tabelle 132.

Tabelle 132: Vergleich der 2012 und 2011 berechneten Gesamt-N-Ausscheidung aller Tiere

[Gg a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
N-Ausscheidung 2012	1574,8	1421,5	1404,5	1401,4	1378,3	1377,3	1388,5	1359,7	1364,2	1353,4
N-Ausscheidung 2011	1603,5	1452,5	1432,8	1431,1	1410,1	1411,1	1425,3	1402,7	1405,6	1393,4
[Gg a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
N-Ausscheidung 2012	1334,6	1352,7	1319,1	1307,8	1280,8	1283,1	1259,2	1273,9	1277,7	1283,3
N-Ausscheidung 2011	1370,7	1389,5	1354,5	1349,7	1324,9	1329,9	1300,7	1321,2	1333,1	1341,1

6.1.3.2.4 Haltungs-, Lager- und Ausbringungsverfahren sowie Weidezeiten (CRF 4.A, 4.B, 4.D)

Die Daten umfassen Häufigkeitsverteilungen für die Fütterung von Haltungsformen (Anteile Weidehaltung/Stallhaltung; Anteile von Aufstallungsformen), Lagerungsformen und Wirt-

schaftsdünger-Ausbringungstechniken sowie Weidezeiten nach Tiersubkategorien (Tabelle 123).

Für die Jahre bis 1999 einschließlich wurden die Daten mit Hilfe des Agrarsektormodells RAUMIS (Regionalisiertes Agrar- und UmweltInformationssystem für Deutschland) gewonnen⁵⁸. 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. Sie wurden noch im NIR 2011 für die Jahre bis einschließlich 2009 verwendet.

Aufgrund der Landwirtschaftszählung 2010 (LZ 2010), der zusammen mit der LZ durchgeführten Erhebung über landwirtschaftliche Produktionsmethoden sowie der Erhebung über Wirtschaftsdüngerausbringung im Kalenderjahr 2010 für die Emissionsberichterstattung stehen für den NIR 2012 nun aktuelle Daten für das Jahr 2010 zur Verfügung. Diese weichen bei Rindern, Schweinen und Schafen von den bislang verwendeten RAUMIS-Daten ab.

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 die bis zum NIR 2011 getroffenen Annahmen.

Weitere Änderungen der Verteilungen von Haltungsverfahren gegenüber dem NIR 2011 erfolgten aufgrund von KTBL-Expertenurteilen:

- Für die Kälberhaltung wird für den NIR 2012 davon ausgegangen, dass Kälber 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 ab 2003 gehalten werden.
- Bei Färsen werden alle strohbasierten Systeme als planbefestigter Boden mit Einstreu geführt, da dies in Deutschland gebräuchlicher ist als die Haltung auf Tiefstreu.
- Bei Mutterkühen wird eine größere Häufigkeit für die Haltung auf Tiefstreu als in der Submission 2011 zugrunde gelegt. Dies entspricht der Einschätzung der Gutachter des In-Country-Reviews der Submission 2010.

Die dem deutschen Inventar zugrunde liegenden Verteilungen von Haltungs- Lager- und Ausbringungsverfahren sowie Angaben zum Weidegang sind in Tabelle 324, Tabelle 325, Tabelle 326 und Tabelle 327 in Anhangkapitel 19.4.1 wiedergegeben. Diese Tabellen umfassen auch Angaben zu Emissionsfaktoren (u. a. auch für NH₃). Zu weiteren Details siehe HAENEL et al. (2012).

⁵⁸ 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.

6.1.3.2.5 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 im Inventar als Stroh angesehen, dessen N-Anteil an der Trockenmasse im vorliegenden NIR 2012 nicht mehr wie für den NIR 2011 0,5 %, sondern 0,58 % beträgt (bei einem Trockenmassegehalt von 86 %). Diese Anhebung des N-Gehaltes geht auf eine Anregung der Gutachter beim In-Country-Review im September 2010 zurück. Sie führt zu einem Angleich des Einstreu-N-Gehaltes an den Wert, der im Rahmen der Berechnung von Emissionen aus Ernterückständen verwendet wird.

Tabelle 324 (siehe Anhangkapitel 19.4.1) zeigt die verfahrensabhängigen Einstreumengen in Frischmasse.

6.1.3.3 Änderungen in den Tiermodellen (CRF 4.A, 4.B)

Ein Vergleich mit europäischen Nachbarländern zeigte, dass die mit dem bisherigen deutschen Milchkuhmodell berechnete N-Ausscheidung zu hoch war. Die Überarbeitung der Berechnung des Energiebedarfs für die Laktation sowie eine verbesserte Anpassung der Energie-Kennwerte des Futters an nationale Standardwerte führt insgesamt zu einer Abnahme der Gesamtenergie-Aufnahme (GE) und der N-Ausscheidung.

Bei den Milchkühen wurde die Berechnung der Aufteilung der N-Ausscheidungen zwischen Stall und Weide an das für alle Tiere übliche Verfahren (siehe Kapitel 6.1.3.2.3) angepasst. Dies führt zu einer leichten Verschiebung der N-Ausscheidungen vom Stall zur Weide.

Bei Färsen und Mastbullen ergab die Überprüfung der tierischen N-Bilanz, dass mit dem bisherigen Modellansatz der Bedarf an Rohprotein nicht gedeckt werden konnte. Es erfolgte eine Aktualisierung der Energiebedarfsberechnung und der Futterkennwerte. Als Folge davon ist eine geringfügige Abnahme der Gesamtenergie-Aufnahme (GE) zu verzeichnen. Die N-Ausscheidungen steigen dagegen bei beiden Tierkategorien an.

Bei den Mutterkühen wird der relative Anteil der mit dem Weidegras aufgenommenen metabolisierbaren Energie (ME) an der Gesamt-ME-Aufnahme mit dem Raufutter nun in Abhängigkeit von der Weidedauer berechnet, womit die frühere konstante Schätzung von 50 % aufgegeben wird. In Fällen, in denen die Berechnung mehr (weniger) als 50 % ergibt, fällt (steigt) die Gesamtenergie-Aufnahme (GE) gegenüber der früheren Modellversion. Die N-Ausscheidung wird von diesen Änderungen nicht betroffen, da für sie ein nationaler Standardwert von 82 kg N pro Platz und Jahr angesetzt wird.

Bei den Zuchtbullen wurde der tägliche Bedarf an umsetzbarer Energie (ME) nach aktueller Fachliteratur angepasst (jetzt $110 \text{ MJ Platz}^{-1} \text{ d}^{-1}$ statt früher $100 \text{ MJ Platz}^{-1} \text{ d}^{-1}$), woraus unmittelbar höhere Werte für die Gesamtenergie-Aufnahme (GE) folgen. Die N-Ausscheidung wird von diesen Änderungen nicht betroffen, da für sie ein nationaler Standardwert von 84 kg N pro Platz und Jahr angesetzt wird.

Infolge des Peer-Reviews der Publikation von HAENEL et al. (2011a) wurden, um die Situation in Deutschland besser abzubilden, das mittlere Sauengewicht von 200 auf 220 kg Tier^{-1} angehoben, das Absetzgewicht der Saugferkel von 8,5 auf 8 kg Tier^{-1} gesenkt, die Laktationsdauer von 25 auf 28 Tage angehoben, sowie die täglichen Energiebedarfswerte (ME) für alle Fütterungsphasen aktualisiert. Diese Änderungen erhöhen die Gesamtenergie-Aufnahme (GE) und die N-Ausscheidung.

Bisher wurde bei den Mastschweinen die jährliche Anzahl an Mastdurchgängen aus Anfangsgewicht, Mastendgewicht, mittlerer täglicher Zunahme sowie angenommener Stallreinigungsdauer zwischen aufeinanderfolgenden Durchgängen berechnet, da keine Daten zur Durchgangszahl vorlagen. Nach einer im Jahr 2010 vorgenommenen Umfrage in den Bundesländern liegen die tatsächlichen Durchgangszahlen vor. Sie sind niedriger als die früher berechneten Werte. Daraus ergibt sich im Vergleich zur früheren Modellversion eine Verringerung von Gesamtenergie-Aufnahme (GE) und N-Ausscheidung pro Platz und Jahr.

Bei der N-Ausscheidung von Lämmern wurde bislang von den Werten für Intensivmast ausgegangen ($3 \text{ kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1}$). Um die höhere N-Ausscheidung bei Weidemast ($5 \text{ kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1}$) zu berücksichtigen, wurde das Inventar für Lämmer mit einer N-Ausscheidung von $4 \text{ kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1}$ berechnet.

Bei den Puten wurden die bislang teilweise aus verschiedenen Quellen stammenden Eingangsdaten durch eine konsistente Datenbasis ersetzt: Angaben zu Endgewicht, Gewichtszunahme, Mastdauer, Futterverwertung beruhen ab Submission 2012 konsequent auf Daten aus den Gefügeljahrbüchern ab 1990 bis heute. Der relative Populationsanteil der Hähne wird zeitlich konstant als Mittelwert aus den vorhandenen lückenhaften Daten ermittelt. Die Berechnung des über alle Fütterungsphasen gemittelten Futter-N-Gehaltes wurde überarbeitet. Als Folge dieser Aktualisierungen liegt die N-Ausscheidung aller Puten in den Jahren 1990 bis 1993 für die vorliegende Submission höher als in früheren Submissionen, während für den Rest der Zeitreihe eine Abnahme gegenüber der früheren Submission zu verzeichnen ist.

6.1.4 Gesamtunsicherheit aller Emissionen des Sektors 4

Parallel zu den Emissionsberechnungen wurde eine Berechnung der Gesamtunsicherheit aller Emissionen des Sektors 4 vorgenommen, siehe Tabelle 133. Grundlage war das in IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management (GPGAUM) (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 GPGAUM (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. Equ. 6.3 und Equ. 6.4 in IPCC GPGAUM, 2000) auch für ein Vielfaches des Standardfehlers gelten.

Für asymmetrische Verteilungen schreibt IPCC GPGAUM (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 133 umgesetzt. Details zur Tier-1-Unsicherheitsberechnung für das deutsche Inventar finden sich in HAENEL et al. (2012). Die Berechnung der Unsicherheiten nach dem Tier-2-Verfahren beruht aber auf den tatsächlichen Intervallen.

Tabelle 133 zeigt die Gesamtunsicherheit aller Emissionen des Sektors 4 für das Jahr 2010 sowie die Unsicherheit des Gesamttrends seit 1990. Alle Emissionswerte sind in CO_2 -

Äquivalenten angegeben, wobei konventionsgemäß die Umrechnungsfaktoren (GWP) von 21 kg kg⁻¹ für CH₄ und 310 kg kg⁻¹ für N₂O zugrunde gelegt wurden.

Wie der Spalte „Combined uncertainty as % of total national emissions“ in Tabelle 133 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. Die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren liegen in der Regel deutlich über denen der Aktivitätsdaten und dominieren die Gesamtunsicherheit.

Tabelle 133: Gesamtunsicherheitsberechnung für die Emissionen des Sektors 4 (Tierhaltung und Nutzung landwirtschaftlicher Böden)

Source category	Gas	Base year emissions, in CO ₂ equivalents	Year 2010 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 2010	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	13498,4	10898,6	6	40	40,4	6,5	0,00	0,13	0,02	1,11	1,11
Enteric fermentation, other cattle	CH4	11843,5	8294,0	6	40	40,4	5,0	0,02	0,10	0,63	0,85	1,05
Enteric fermentation, pigs	CH4	599,9	552,7	10	40	41,2	0,3	0,00	0,01	0,03	0,09	0,10
Enteric fermentation, sheep	CH4	548,7	350,9	10	60	60,8	0,3	0,00	0,00	0,07	0,06	0,09
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	2,7	10	60	60,8	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, dairy cows	CH4	2320,1	2321,7	6	40	40,4	1,4	0,01	0,03	0,21	0,24	0,32
Manure management, other cattle	CH4	1767,6	1186,1	6	40	40,4	0,7	0,00	0,01	0,12	0,12	0,17
Manure management, pigs	CH4	2118,0	1933,1	10	40	41,2	1,2	0,00	0,02	0,10	0,33	0,34
Manure management, sheep	CH4	18,7	12,0	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	0,2	10	60	60,8	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, poultry	CH4	73,5	93,8	20	40	44,7	0,1	0,00	0,00	0,02	0,03	0,04
Manure management, dairy cows	N2O	1048,8	835,0	6	100	100,2	1,2	0,00	0,01	0,02	0,09	0,09
Manure management, other cattle	N2O	1020,6	839,6	6	100	100,2	1,2	0,00	0,01	0,01	0,09	0,09
Manure management, pigs	N2O	367,0	463,9	10	100	100,5	0,7	0,00	0,01	0,20	0,08	0,21
Manure management, sheep	N2O	32,8	22,0	10	100	100,5	0,0	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
Manure management, goats	N2O	1,1	1,8	20	100	102,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, horses	N2O	61,7	58,8	10	100	100,5	0,1	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Manure management, mules, asses	N2O	0,7	0,7	100	100	141,4	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, buffalo	N2O	0,0	0,4	10	100	100,5	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, poultry	N2O	37,6	46,0	20	100	102,0	0,1	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02

Source category	Gas	Base year emissions, in CO ₂ equivalents	Year 2010 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 2010	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	9129,8	20	80	82,5	11,2	0,01	0,11	1,14	3,10	3,31
Soils, application of manure	N2O	5478,8	4680,8	60	80	100,0	6,9	0,00	0,06	0,23	4,77	4,78
Soils, N fixing crops	N2O	855,1	469,2	50	80	94,3	0,7	0,00	0,01	0,22	0,40	0,45
Soils, crop residues	N2O	5123,5	5513,7	50	80	94,3	7,7	0,02	0,07	1,31	4,68	4,86
Soils, organic soils	N2O	4814,7	4793,8	20	200	201,0	14,3	0,01	0,06	2,14	1,63	2,69
Soils, grazing	N2O	2019,7	1334,5	40	200	204,0	4,0	0,00	0,02	0,73	0,91	1,16
Soils, indirect emissions (deposition)	N2O	2862,8	2213,5	50	100	111,8	3,7	0,00	0,03	0,13	1,88	1,89
Soils, indirect emissions (leaching, run-off)	N2O	13600,3	11054,5	170	380	416,3	68,2	0,00	0,13	0,12	31,94	31,94
Soils, sewage sludge emissions	N2O	166,9	170,0	20	80	82,5	0,2	0,00	0,00	0,03	0,06	0,07
Total		83211,1	67478,5									
Overall uncertainty (half the 95% confidence interval) (%)							72,1					33,1

6.1.5 Qualitätssicherung und -kontrolle

6.1.5.1 Überprüfung von Eingangsdaten und Emissionsergebnissen

Die Diskussion von GAS-EM-Eingabedaten und -ergebnissen u. a. mit KTBL und im Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), die Peer-Reviews von Publikationsentwürfen sowie Anregungen des ERT des In-Country-Reviews im September 2010 führten zur Überprüfung einer Reihe von Teilmodellen und Eingangsdaten durch Vergleich der Ergebnisse mit nationalen Standards und Ergebnissen anderer Staaten. Als Folge ergaben sich eine Reihe von Modifikationen am GAS-EM-Modell, siehe Kapitel 6.1.3, 6.2.2.2, 6.3.2.2.2, 6.3.3, 6.3.4.2.2 und 6.5.2.1.8. Eine ausführliche Liste der Änderungen in der Emissionsberechnung zwischen Submission 2011 und Submission 2012 findet sich auch in HAENEL et al. (2012), Kapitel 1.3.3.

Zur Unterstützung der Qualitätskontrolle wurde eine spezielle QK/QS-Matrix angelegt, in der die Auswirkungen der methodischen Änderungen auf Transparenz, Konsistenz, Vergleichbarkeit, Vollständigkeit und Genauigkeit dokumentiert werden. Bei Aktualisierungen und Neuberechnungen wurde konsequent das Vier-Augen-Prinzip angewandt. Methodenänderungen wurden vor Verwendung in peer-reviewten Zeitschriften veröffentlicht und von nationalen Experten geprüft, um sicherzustellen, dass die Änderungen dem wissenschaftlichen Kenntnisstand und der Situation in Deutschland entsprechen.

Zum Abschluss der Berechnungen mit dem Inventarmodell GAS-EM wurde durch Vergleich mit Vorjahresergebnissen und mit Hilfe von Plausibilitätschecks eine Überprüfung der Ergebnisse der Emissionsberechnungen durchgeführt. 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.

6.1.5.2 Qualitätssystem Emissionsinventare

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 für Esel, Ziegen, Büffel; nach Tier 1 + 2 für Rinder, Schweine, Schafe, Pferde sowie landwirtschaftliche Böden) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

6.1.5.3 Vergleiche mit den Vorjahresergebnissen

Zur Kontrolle der diesjährigen Emissionsberechnungen wurden im Rahmen der quellenspezifischen Rückrechnungen (s. Kapitel 6.2.5, 6.3.2.5 und 6.5.5) Vergleiche mit den Vorjahresergebnissen durchgeführt.

6.1.5.4 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.

6.1.5.5 Reviews und Reports

Der landwirtschaftliche Teil des deutschen Emissionsinventars wurde im Jahr 2004 in einer bilateralen Begutachtung durch finnische Experten überprüft und als im Wesentlichen vollständig und den Regeln der Wissenschaft entsprechend eingestuft (LECHTENBÖHMER et al., 2005, unveröffentlicht). Zum gleichen Ergebnis kam der In-Country-Review durch UNFCCC (UNFCCC, 2005).

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 im September 2010. Als Ergebnis des Reviews wurde die Resubmission 2010 vorgelegt. Die darin umgesetzten Veränderungen waren auch Grundlage für die Erstellung von Submission 2011 und 2012.

Kommentare in „Synthesis & Assessment Reports“ und „Reports of the individual review of the greenhouse gas inventories of Germany“ wurden zum Anlass genommen, die Berechnungsverfahren gezielt zu überprüfen und gegebenenfalls zu überarbeiten.

6.2 Fermentation bei der Verdauung (4.A)

6.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.A)

CRF 4.A	Gas	HK	1990		2010		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
Dairy Cattle (CRF 4.A.1)	CH ₄	L	T/T2	13.498,4	(1,10%)	10.898,6	(1,14%)	-19,26%
Non-Dairy Cattle (CRF 4.A.1)	CH ₄	L	-/T2	11.843,5	(0,97%)	8.294,0	(0,87%)	-29,97%
Other Animals (buffalo, sheep, goats, horses, swine, mules & asses) (CRF 4.A.2-9)	CH ₄	-	-	1.329,6	(0,11%)	1.085,2	(0,11%)	-18,38%

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 und Trend eine Hauptkategorie dar. Dies liegt u. a. an den hohen Tiergewichten, der hohen Leistung und damit verbunden der hohen Gesamtenergie-Aufnahme. Die Kategorie *übrige Rinder* (4.A.1.b) ist eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe.

Mikrobielle Umsetzungen im Verdauungstrakt setzen CH₄ 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 CH₄ aus der Fermentation bei der Verdauung bei der Haltung 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 134 in Kapitel 6.2.2.4 zeigt die gesamten CH₄-Emissionen aus der Quellgruppe *Fermentation bei der Verdauung* als Zeitreihe. Der Trend der CH₄-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, Tiergewichten und Trächtigkeit.

Der Anteil der CH₄-Emissionen aus der Verdauung an der gesamten CH₄-Emission aus der deutschen Landwirtschaft hat über die Jahre leicht abgenommen (1990: 80,8 %; 2010: 78,4 %). Insgesamt sind die CH₄-Emissionen aus der Verdauung zwischen 1990 und 2010 um 24,0 % gefallen.

6.2.2 Methodische Aspekte (4.A)

6.2.2.1 Methodik

Die CH₄-Emissionen der Milchkühe, der sonstigen Rinder und der Schweine werden in der Kategorie 4.A „Fermentation bei der Verdauung“ mit einem Tier-2-Verfahren (IPCC, 1996b, 4.15 ff; IPCC, 2006, 10.24 ff) ermittelt.

Das Tier-2-Verfahren berechnet räumlich und jährlich variable Emissionsfaktoren aus der landes- bzw. regionsspezifischen und zeitabhängigen Gesamtenergie-Aufnahme (siehe Kapitel 6.3.4.2.1) und dem Methan-Umwandlungsfaktor nach folgender Formel:

Gleichung 4: Berechnung des CH₄-Emissionsfaktors nach IPCC (1996b)

$$EF_{CH_4,ent} = GE \cdot \frac{X_{CH_4,GE}}{\eta_{CH_4}}$$

mit

$EF_{CH_4,ent}$	Emissionsfaktor für CH ₄ aus der Verdauung (in kg Tierplatz ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
GE	Gesamtenergie-Aufnahme (in MJ Tierplatz ⁻¹ a ⁻¹ GE)
$X_{CH_4,GE}$	Methan-Umwandlungsfaktor (in MJ MJ ⁻¹)
η_{CH_4}	Energiegehalt von Methan ($\eta_{CH_4} = 55.65$ MJ (kg CH ₄) ⁻¹)

Als Methan-Umwandlungsfaktor für Milchkühe wird der Standardwert nach IPCC (1996b), Tabelle A-1, verwendet: 0,06 MJ MJ⁻¹. Als Methan-Umwandlungsfaktor für Schweine wird der Standardwert nach IPCC (1996b), Tabelle A-4, verwendet: 0,006 MJ MJ⁻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). Für Kälber wird dazu basierend auf einem nationalen Expertenurteil (Flachowsky, Institut für Tierernährung der früheren FAL, Braunschweig) ein Umwandlungsfaktor von 2 % verwendet, da Kälber sich erst allmählich zu Wiederkäuern entwickeln, siehe z. B. KIRCHGESSNER (1997), S. 430 ff, und PENNSTATE COLLEGE OF AGRICULTURAL SCIENCES (2011). Weder IPCC (1996b) mit 6 % noch IPCC (2006) mit 0 % berücksichtigen die allmähliche Wiederkäuerentwicklung der Kälber. Für Mutterkühe, Färsen, Mastbullen und Zuchtbullen wird nach IPCC (2006), Tabelle 10.12, jeweils ein Methan-Umwandlungsfaktor von 6,5 %

verwendet. Dieser ist höher als der Standardwert nach IPCC (1996b), repräsentiert aber besser die deutschen Verhältnisse bezüglich der Futterqualität.

Schafe, Ziegen, Pferde, Esel und Maultiere sowie Büffel werden mit Tier-1-Verfahren gerechnet, wofür kein Methan-Umwandlungsfaktor benötigt wird. Das Tier-1-Verfahren verwendet Default-Emissionsfaktoren.

Eine ausführlichere Beschreibung der Berechnung von CH₄-Emissionen aus der Verdauung findet sich in HAENEL et al. (2012).

6.2.2.2 Änderungen der Methodik

Die Methodik wurde gegenüber dem NIR 2011 nicht verändert. Die sich im Vergleich zum NIR 2011 ergebenden Unterschiede in den CH₄-Emissionen aus der Verdauung sind eine Folge von Änderungen bei den Tiermodellen und Aktivitätsdaten (siehe Kapitel 6.1.3.3). Hierauf geht auch das Kapitel „Rückrechnungen“ (Kapitel 6.2.5) ein.

6.2.2.3 Aktivitätsdaten und zusätzliche Informationen (4.A)

Für die Tierzahlen wird auf Kapitel 6.1.3.2 verwiesen. Die Daten zur Gesamtenergieaufnahme (GE) werden in Kapitel 6.1.3.2.1 bereitgestellt.

6.2.2.4 Berechnete Emissionen (4.A)

Die CH₄-Emissionen aus der Verdauung für die gesamte deutsche Tierhaltung zeigt Tabelle 134.

Tabelle 134: 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}	1270	1147	1118	1115	1108	1113	1115	1082	1067	1067
[Gg a ⁻¹ CH ₄]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
E _{CH₄}	1046	1059	1021	1007	980	975	954	958	972	975
[Gg a ⁻¹ CH ₄]	2010									
E _{CH₄}	966									

Aus Tabelle 135 geht hervor, dass die CH₄-Emissionen aus der Fermentation bei der Verdauung in Deutschland 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 135: 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	643	584	572	576	572	574	577	562	549	547
übrige Rinder	564	504	487	480	479	481	479	462	460	464
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	532	539	527	526	518	518	501	505	517	520
übrige Rinder	458	463	437	423	405	400	396	396	399	400
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									
Milchkühe	519									
übrige Rinder	395									
Schweine	26									
Schafe	17									

Die Abnahme der Emissionen seit 1990 ist (bei steigenden Emissionsfaktoren für Milchkühe, Färsen, Mastbullen, Mastschweinen, Sauen, Aufzuchtferkeln und gleich bleibenden Emissionsfaktoren für alle anderen Tiere, siehe Kapitel 6.2.2.5) eine Folge rückgängiger Tierzahlen, insbesondere 1990/1991 aufgrund der deutschen Wiedervereinigung und in späteren Jahren aufgrund steigender individueller Tierleistung (Milchleistung, Gewichtszunahme). Im Hinblick auf die Emissionsentwicklung wird der Effekt rückläufiger Tierzahlen zumindest teilweise durch die Erhöhung der individuellen Tierleistung kompensiert.

6.2.2.5 Emissionsfaktoren (4.A)

Tabelle 136 zeigt die zeitliche Entwicklung der mittleren Emissionsfaktoren $IEF_{CH_4, ent}$ bei Milchkühen, übrigen Rindern und Schweinen.

Tabelle 136: 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	101,2	103,6	106,7	108,6	108,5	109,7	111,1	111,8	113,6	114,8
übrige Rinder	42,9	43,8	45,0	45,3	44,8	45,1	45,4	45,3	45,5	45,8
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	
Milchkühe	116,4	118,5	119,1	120,4	120,8	122,2	122,8	124,0	122,5	123,7
übrige Rinder	46,0	46,1	45,7	45,6	45,5	45,5	45,7	46,0	45,6	45,7
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									
Milchkühe	124,1									
übrige Rinder	45,8									
Schweine	1,18									

Aus Tabelle 137 gehen beispielhaft für 2009 die Emissionsfaktoren der Unterkategorien der übrigen Rinder hervor:

Tabelle 137: CH₄-Emissionsfaktoren (Verdauung) bei den übrigen Rindern für 2010 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	40,8
Mastbullen	56,4
Mutterkühe	76,1
Zuchtbullen	85,3
übrige Rinder insgesamt	45,8
IPCC (1996)-Default	48
IPCC (2006)-Default	57

Für Schafe, Ziegen, Großpferde, Esel und Maultiere sowie Büffel 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 138 zeigt die verwendeten Emissionsfaktoren für Schafe, Ziegen, Großpferde, Kleinpferde und Ponys, Esel und Maultiere sowie Büffel.

Tabelle 138: 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

6.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.A)

Die Unsicherheiten im Bereich der Methan-Emissionen aus der Verdauung sind aus Tabelle 133 in Kapitel 6.1.4 (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 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.A)

Kapitel 6.1.5 vermittelt einen Überblick über die umgesetzten Maßnahmen zu QS/QK und Verifizierung.

Im Rahmen der Verifizierung erfolgt in diesem Kapitel für das Jahr 2009 eine Gegenüberstellung der Daten aus der deutschen Milchkuh-Haltung mit IPCC-Defaultwerten sowie mit Daten benachbarter Staaten incl. des Vereinigten Königreiches (aus dem Jahr 2009, UNFCCC Submission 2011, Kapitel 6.2.4, Tabelle 130). Innerhalb der zehn Vergleichsländer hat Deutschland den vierthöchsten IEF_{CH₄}. Der Vergleich zeigt erwartungsgemäß einen linearen Zusammenhang zwischen IEF_{CH₄} und GE-Aufnahme und einen guten linearen Zusammenhang zwischen IEF_{CH₄} und Milchleistung (r²=0,78), wobei der

deutsche IEF_{CH_4} bezogen auf die Milchleistung überdurchschnittlich hoch ist und z.B. deutlich höher als der des Vereinigten Königreichs und der Tschechischen Republik bei vergleichbaren Milchleistungen. Der IEF_{CH_4} zeigt keinen klaren Zusammenhang zum Tiergewicht.

Die Höhe der Gesamtenergie-Aufnahme der deutschen Milchkühe wird zu rund 60 % durch den Energiebedarf zur Milchproduktion bestimmt. Die übrigen 40 % werden durch den Energiebedarf zur Erhaltung (vor allem aufgrund des Tiergewichtes) und durch die Produktion von Nachkommen verursacht. In dieser Hinsicht sind die deutschen Resultate allein mit denen von Belgien vergleichbar, da von den Niederlanden und der Schweiz keine Angaben zu Milchleistung und Tiergewicht verfügbar sind. Die Abweichung des deutschen IEF von den IPCC-Defaultwerten kann durch die höhere Energieaufnahme aufgrund des höheren Gewichts und der höheren Milchleistung erklärt werden.

Tabelle 139: Methan-Emissionen aus der Verdauung bei Milchkühen verschiedener Länder im Vergleich des resultierenden Emissionsfaktors (IEF) für 2009

	IEF_{CH_4} [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	115,67	293,9	16,62	700
Belgien	123,76	314,5	18,79	600
Tschechische Republik	117,48	294,6	19,13	585
Dänemark	133,70	343,2	23,53	575
Frankreich	116,98	k. A.	17,13	k. A.
Deutschland	123,71	314,4	19,11	642
Niederlande	127,00	k. A.	k. A.	k. A.
Polen	97,03	246,6	12,58	500
Schweiz	121,46	308,6	22,1	650
Vereinigtes Königreich	109,43	278,1	19,49	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 ¹⁾	600

¹⁾ berechnet aus 6000 kg Platz⁻¹ a⁻¹

Quelle: Deutschland: Submission 2012; andere Länder: UNFCCC 2011; k. A: keine Angabe

Der deutsche IEF_{CH_4} für die übrigen Rinder liegt im Mittelfeld der mitteleuropäischen Werte, obwohl die GE-Aufnahme am unteren Ende der angegebenen Werte liegt. Die in Tabelle 140 für die Gruppe der übrigen Rinder aufgelisteten Angaben zur GE-Aufnahme streuen stark, entsprechen im arithmetischen Mittel von 133,7 MJ Platz⁻¹ d⁻¹ aber recht gut dem Defaultwert von IPCC (1996b), während der Defaultwert von IPCC (2006) sich bei diesem Vergleich als zu hoch erweist. Wie bei den Milchkühen sind auch bei den übrigen Rindern der deutsche IEF und die deutsche Gesamtenergie-Aufnahme den Daten aus Belgien relativ gut vergleichbar, auch wenn die GE-Aufnahme bei den belgischen übrigen Rindern etwas höher als bei den deutschen liegt. Auch die Schweiz weist eine vergleichsweise geringe GE-Aufnahme auf. Insgesamt liegt der deutsche IEF für die übrigen Rinder um gut 5 % unter dem arithmetischen Mittel der in Tabelle 140 angegebenen IEF -Werte, welches mit 48,3 kg Platz⁻¹ a⁻¹ CH₄ dem Defaultwert von IPCC (1996b) sehr nahe kommt.

Bei den Schweinen (Tabelle 140) 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 Dänemark berichtet, dessen gleichzeitig sehr hoher GE-Wert darauf schließen lässt, dass in Dänemark ein vergleichsweise niedriger Methan-Umwandlungsfaktor für die Verdauung bei Schweinen angesetzt wird. Die Schweiz rechnet dagegen mit dem gleichen Umwandlungsfaktor wie Deutschland, so dass die deutschen und schweizerischen Resultate direkt ineinander umgerechnet werden können. Weitere Vergleiche sind wegen der Datenlücken in Tabelle 140 nicht möglich.

Tabelle 140: Methan-Emissionen aus der Verdauung bei übrigen Rindern und Schweinen verschiedener Länder im Vergleich des resultierenden Emissionsfaktors (*IEF*) für 2009

	Übrige Rinder		Schweine	
	<i>IEF</i> _{CH₄} [kg Platz ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]	GE- Aufnahme [MJ Platz ⁻¹ d ⁻¹]	<i>IEF</i> _{CH₄} [kg Platz ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]	GE- Aufnahme [MJ Platz ⁻¹ d ⁻¹]
Österreich	56,18	142,76	1,50	38,00
Belgien	45,28	112,17	1,50	k. A.
Tschechische Republik	51,55	130,99	1,50	k. A.
Dänemark	43,11	130,34	1,01	40,41
Frankreich	52,75	k. A.	k. A.	k. A.
Deutschland	45,72	109,05	1,18	30,07
Niederlande	35,72 ¹⁾	k. A.	1,50	k. A.
Polen	48,90	124,27	1,50	k. A.
Schweiz	39,16 ¹⁾	102,86 ¹⁾	1,36	34,64
Vereinigtes Königreich	43,08	189,00	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

¹⁾ berechnet aus berichteten Originaldaten

Quelle: Deutschland: Submission 2012; andere Länder: UNFCCC 2011; k. A.: keine Angabe

6.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (4.A)

Im Vergleich zur Resubmission 2010 haben sich die folgenden Veränderungen ergeben (vgl. Tabelle 141 und Tabelle 142):

- Durch die Änderungen in den Tiermodellen und bei den Fütterungsdaten (siehe Kapitel 6.1.3.3) kommt es zu Änderungen der Gesamtenergieaufnahme bei Milchkühen und - mit Ausnahme der Kälber - bei allen übrigen Rindern. Diese Änderungen bewirken eine merkliche Abnahme beim Emissionsfaktor der Milchkühe. Bei der Gruppe der übrigen Rinder kompensieren sich die Änderungen teilweise: Es ergibt sich eine geringe Abnahme des mittleren Emissionsfaktors für die übrigen Rinder. Als Folge dieser Änderungen liegen die nationalen Gesamtemissionen von CH₄ aus der Verdauung sowohl bei den Milchkühen als auch bei der Gruppe der übrigen Rinder geringfügig unter den Werten der Submission 2011.

- Bei den Sauen führt die Anhebung des Tiergewichtes und die Verlängerung der Laktationsphase (siehe Kapitel 6.1.3.3) zu einem Anstieg beim Emissionsfaktor. Da der Emissionsfaktor die jährliche Gesamtemission pro Tierplatz beschreibt, führt die Verringerung der Durchgangszahl (siehe Kapitel 6.1.3.3) bei den Mastschweinen zu einem niedrigeren Emissionsfaktor. Der mittlere Emissionsfaktor aller Schweine insgesamt steigt für alle Jahre des Berichtszeitraumes leicht an. Bei der Berechnung der nationalen Gesamtemissionen von CH₄ aus der Verdauung bei Schweinen wird in manchen Jahren des Berichtszeitraumes die Zunahme des Emissionsfaktors durch eine gegenüber dem NIR 2011 verringerte Gesamtzahl an Schweinen (siehe Kapitel 6.1.3.2.1) überkompensiert. Daher ergeben sich trotz angestiegenen Emissionsfaktors in manchen Jahren (wie z. B. 2009) eine Abnahme der nationalen Gesamtemissionen von CH₄ aus der Verdauung bei Schweinen.
- Bei der Gruppe der übrigen Tiere, die zur nationalen Gesamtemissionen von CH₄ aus der Verdauung beitragen (Schafe, Ziegen, Pferde, Esel und Maultiere, Büffel) gibt es keine Änderungen in den Emissionsfaktoren. Allerdings führt die Aktualisierung der Pferdezahlen (siehe Kapitel 6.1.3.2.1) zu einer veränderten Gesamtemission aus dieser Gruppe.
- Durch die vorstehend beschriebenen Änderungen hat sich die verdauungsbedingte Gesamt-Methanemission aus der deutschen Landwirtschaft gegenüber dem NIR 2011 um rund 2,5 % verringert.

Tabelle 141: Vergleich der 2012 und 2011 berichteten resultierenden CH₄-Emissionsfaktoren (4.A)

[kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2012	101,2	103,6	106,7	108,6	108,5	109,7	111,1	111,8	113,6	114,8
Milchkühe 2011	105,9	108,5	111,6	113,7	113,6	114,8	116,4	117,1	118,9	120,3
Übrige Rinder 2012	42,9	43,8	45,0	45,3	44,8	45,1	45,4	45,3	45,5	45,8
Übrige Rinder 2011	42,9	43,7	45,0	45,4	44,8	45,2	45,4	45,3	45,6	45,9
Schweine 2012	1,08	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,15	1,16	1,15
Schweine 2011	1,06	1,09	1,09	1,10	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,13
[kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2012	116,4	118,5	119,1	120,4	120,8	122,2	122,8	124,0	122,5	123,7
Milchkühe 2011	121,9	124,1	124,7	126,1	126,5	128,0	128,6	129,8	128,3	128,2
Übrige Rinder 2012	46,0	46,1	45,7	45,6	45,5	45,5	45,7	46,0	45,6	45,7
Übrige Rinder 2011	46,1	46,2	45,8	45,8	45,7	45,7	45,9	46,2	45,8	46,0
Schweine 2012	1,16	1,17	1,18	1,17	1,18	1,17	1,18	1,19	1,18	1,19
Schweine 2011	1,14	1,14	1,14	1,14	1,15	1,15	1,15	1,15	1,16	1,17

Tabelle 142: Vergleich der der 2012 und 2011 berichteten CH₄-Emissionen (Verdauung) (4.A)

[Tg a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Summe 2012	1,270	1,147	1,118	1,115	1,108	1,113	1,115	1,082	1,067	1,067
Summe 2011	1,300	1,173	1,145	1,141	1,136	1,140	1,143	1,110	1,096	1,094
Milchkühe 2012	0,643	0,584	0,572	0,576	0,572	0,574	0,577	0,562	0,549	0,547
Milchkühe 2011	0,673	0,611	0,599	0,603	0,599	0,600	0,604	0,589	0,575	0,573
übrige Rinder 2012	0,564	0,504	0,487	0,480	0,479	0,481	0,479	0,462	0,460	0,464
übrige Rinder 2011	0,563	0,503	0,488	0,481	0,479	0,482	0,480	0,463	0,461	0,465
Schweine 2012	0,0286	0,0245	0,0252	0,0249	0,0239	0,0232	0,0239	0,0244	0,0262	0,0255
Schweine 2011	0,0287	0,0246	0,0252	0,0248	0,0238	0,0231	0,0236	0,0244	0,0260	0,0256
übrige Tiere 2012	0,0347	0,0349	0,0333	0,0338	0,0335	0,0348	0,0350	0,0336	0,0326	0,0306
übrige Tiere 2011	0,0347	0,0346	0,0333	0,0333	0,0335	0,0344	0,0350	0,0345	0,0344	0,0305
[Tg a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Summe 2012	1,046	1,059	1,021	1,007	0,980	0,975	0,954	0,958	0,972	0,975
Summe 2011	1,072	1,086	1,047	1,033	1,006	1,001	0,979	0,984	0,999	0,998
Milchkühe 2012	0,532	0,539	0,527	0,526	0,518	0,518	0,501	0,505	0,517	0,520
Milchkühe 2011	0,557	0,564	0,552	0,551	0,542	0,542	0,525	0,528	0,541	0,539
übrige Rinder 2012	0,458	0,463	0,437	0,423	0,405	0,400	0,396	0,396	0,399	0,400
übrige Rinder 2011	0,459	0,464	0,438	0,425	0,407	0,402	0,398	0,398	0,401	0,402
Schweine 2012	0,0252	0,0255	0,0260	0,0261	0,0257	0,0267	0,0265	0,0272	0,0269	0,0273
Schweine 2011	0,0252	0,0253	0,0257	0,0261	0,0254	0,0266	0,0263	0,0270	0,0268	0,0275
übrige Tiere 2012	0,0310	0,0315	0,0313	0,0313	0,0312	0,0305	0,0302	0,0304	0,0292	0,0282
übrige Tiere 2011	0,0307	0,0315	0,0311	0,0313	0,0314	0,0305	0,0299	0,0304	0,0296	0,0291

6.2.6 Geplante Verbesserungen (4.A)

Auf Anregung des ERT des In-Country-Reviews im September 2010 wird daran gearbeitet, einen nationalen Methan-Umwandlungsfaktor für Milchkühe abzuleiten.

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 CH₄-Emissionen aus der Verdauung dient.

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.

6.3 Wirtschaftsdünger-Management (4.B)

6.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.B)

CRF 4.B	Gas	HK	1990 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		2010 Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Trend	
Dairy Cattle (CRF 4.A.1)	CH ₄	-	-/T2	2.320,1	(0,19%)	2.321,7	(0,24%)	0,07%
Non-Dairy Cattle (CRF 4.A.1)	CH ₄	-	-	1.767,6	(0,14%)	1.186,1	(0,12%)	-32,90%
Dairy Cattle (CRF 4.B.1)	N ₂ O	-	-	1.048,8	(0,09%)	835,0	(0,09%)	-20,39%
Non-Dairy Cattle (CRF 4.B.1)	N ₂ O	-	-/T2	1.020,6	(0,08%)	839,6	(0,09%)	-17,74%
Other Animals (buffalo, sheep, goats, horses, poultry, mules & asses) (CRF 4.B.2-7;9)	CH ₄	-	-	119,1	(0,01%)	132,0	(0,01%)	10,85%
Other Animals (buffalo, sheep, goats, horses, mules & asses) (CRF 4.B.2-7)	N ₂ O	-	-	96,4	(0,01%)	83,7	(0,01%)	-13,14%
Swine (CRF 4.B.8)	CH ₄	-	-/T2	2.118,0	(0,17%)	1.933,1	(0,20%)	-8,73%
Swine (CRF 4.B.8)	N ₂ O	-	-	367,0	(0,03%)	463,9	(0,05%)	26,43%
Poultry (CRF 4.B.9)	N ₂ O	-	-	37,6	(0,00%)	46,0	(0,00%)	22,34%

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 oder bei Wirtschaftsdünger, der zur Vermeidung von Geruchsentwicklung oder Förderung von Kompostierung belüftet wird.

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 Festmistsystem umso trockener und damit emissionsärmer bzgl. CH₄ wird, je mehr VS mit der Einstreu eingetragen werden.

Der Umstand, dass ein Teil der Gülle in Biogas-Anlagen verarbeitet wird und damit CH₄-Emissionen aus der Güllelagerung reduziert werden, wird mangels repräsentativer Aktivitätsdaten nicht berücksichtigt. KTBL erarbeitet derzeit entsprechende Daten, siehe dazu Kapitel 6.3.2.6.

Im Jahr 2010 entfielen 21,6 % (1990: 19,2 %) der gesamten CH₄-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft auf CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management, die in den Jahren 1990 bis 2010 um 11,9 % abgenommen haben. Diese Abnahme ist überwiegend auf einen Rückgang der Tierbestände 1990 bis 1992 infolge der deutschen Wiedervereinigung zurück zu führen, und wird durch einen leichten Anstieg der emissionsärmeren Lagerverfahren noch verstärkt. Diese Verfahren gehen aus Tabelle 152 hervor. Ein Teil dieser Abnahme wird allerdings durch eine Zunahme der VS-Ausscheidungen infolge eines Anstiegs der individuellen tierischen Leistung kompensiert.

Der Anteil des Wirtschaftsdünger-Managements an den gesamten N₂O-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft betrug 2010 5,4 %, während er 1990 bei 5,1 % lag. Von 1990 bis 2010 nahmen die N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management um 11,8 % ab, was wie bei den CH₄-Emissionen im Wesentlichen auf eine Abnahme der Tierzahlen zurückzuführen ist, aber durch Zunahme der emissionsstärkeren Lagerverfahren teilweise kompensiert wird. Ein weiterer kompensierender Effekt ergibt sich aus der Leistungszunahme (hier wegen der damit verbundenen Zunahme an N-Ausscheidungen pro Tier).

6.3.2 Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B, Methan)

6.3.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.B, Methan)

Siehe Kapitel 6.3.1.

6.3.2.2 Methodische Aspekte (4.B, Methan)

6.3.2.2.1 Methodik (4.B, Methan)

Die Tier-1-Methode verwendet einen IPCC-Defaultwert für den CH₄-Emissionsfaktor für das Wirtschaftsdünger-Management. Die Tier-1-Methode wird nur für Gänse angewendet (Geflügel-Emissionsfaktor nach IPCC (1996b), Tabelle B-7: 0,78 kg Platz⁻¹ a⁻¹ CH₄).

Gleichung 5: Berechnung der CH₄-Gesamtemission aus dem Wirtschaftsdünger-Management

$$E_{\text{CH}_4, \text{MM}} = \alpha \cdot \rho_{\text{CH}_4} \cdot \sum_{i, j, k} n_i \cdot \text{VS}_i \cdot B_{0,i} \cdot \text{MS}_{i,j} \cdot \text{MCF}_{i,j,k}$$

$E_{\text{CH}_4, \text{MM}}$	Methan-Gesamtemission aus dem Wirtschaftsdünger-Management (in $\text{kg a}^{-1} \text{CH}_4$)
α	Faktor zur Umwandlung der Zeiteinheiten ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
ρ_{CH_4}	Dichte von Methan ($\rho_{\text{CH}_4} = 0,67 \text{ kg m}^{-3}$)
n_i	Anzahl der Tierplätze in Tierkategorie i (in Tierplatz)
VS_i	VS-Ausscheidung von Tierkategorie i (in $\text{kg Tierplatz}^{-1} \text{d}^{-1}$)
$B_{0, i}$	Maximale Methanproduktionskapazität von Tierkategorie i (in $\text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{CH}_4$)
$MS_{i, j}$	relativer Anteil der Anzahl der Haltungsplätze von Tierkategorie i, deren Exkremente in Wirtschaftsdünger-Management-System j anfallen (in Tierplatz Tierplatz $^{-1}$)
$MCF_{i, j, k}$	Methan-Umwandlungsfaktor für Wirtschaftsdünger-Management-System j und Klimaregion k (in kg kg^{-1})

Zu den Tierplatzzahlen n_i siehe Kapitel 6.3.2.2.3.

Die Berechnung der VS-Ausscheidungen erfolgt ab der Submission 2012 statt mit der IPCC-Methodik nach dem nationalen Verfahren von DÄMMGEN et al. (2011a):

Gleichung 6: 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 $\text{kg Tierplatz}^{-1} \text{d}^{-1}$)
$m_{\text{feed, DM, i}}$	Trockenmasse-Aufnahme, Tierkategorie i (in $\text{kg Tierplatz}^{-1} \text{d}^{-1}$)
$X_{\text{DOM, i}}$	Verdaulichkeit organischer Substanz, Tierkategorie i (in kg kg^{-1})
$x_{\text{ash, i}}$	Aschegehalt des Futters, Tierkategorie i (in kg kg^{-1})

Zu den Eingangsdaten (Trockenmasse-Aufnahme, Verdaulichkeit organischer Substanz, Aschegehalt des Futters) siehe Kapitel 6.1.3.2.2. Nationale Eingangsdaten für die VS-Berechnung werden verwendet für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel außer Enten und Gänsen. Die sich ergebenden VS-Ausscheidungen sind zusammen in Kapitel 6.3.2.2.3 angegeben. Für Schafe, Ziegen, Pferde, Esel und Maultiere, Büffel und Enten werden IPCC- Defaultwerte für VS verwendet.

Deutschland verfügt derzeit nicht über nationale Daten zu maximalen Methan-Bildungsraten B_0 für die Berechnung von CH_4 -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Lager (siehe dazu Kapitel 6.3.2.6). Deshalb wird auf IPCC-Default-Werte zurückgegriffen (IPCC, 2006: 10.77 ff), siehe dazu Tabelle 143. Die Werte entsprechen denen aus IPCC (1996b), S. 4.43 ff, Table B-3 bis 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 143: Maximale Methan-Bildungskapazität B_0 nach IPCC (2006)-10.77ff (4.B(a)s1)

$[\text{m}^3 \text{kg}^{-1}]$	B_0
Milchkühe	0,24
übrige Rinder	0,18
Schweine	0,45
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 144 zeigt die Zeitreihe des deutschen B_0 -Mittelwertes für Geflügel, wobei für Gänse ebenfalls der höchste B_0 -Wert angesetzt wurde, der aus IPCC (2006), Table 10A-9, für Geflügel entnommen werden kann: $0,39 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$ (Legehennen). 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 144: 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									
Geflügel	0,368									

Zur Beschreibung der Häufigkeit von Lagerverfahren für Fest- und Flüssigmist sowie der Weidegangdauer liegen räumlich und zeitlich differenzierte Daten vor (siehe 6.1.3.2.4).

Deutschland verfügt derzeit nicht über nationale Methan-Umwandlungsfaktoren MCF (siehe dazu Kapitel 6.3.2.6). Es werden die IPCC-Defaultwerte übernommen. Hierbei werden die Daten aus IPCC (2006)-10.44ff den Daten aus IPCC (1996b) -3-4.25 vorgezogen, da erstere besser zwischen den verschiedenen Verfahren differenzieren. Derzeit wird an der Erstellung nationaler MCF - und B_0 -Werte gearbeitet, siehe Kapitel 6.3.2.6.

Der in IPCC (2000)-4.36f für Güllelagerung und Lager unter Spaltenboden angegebene MCF von $0,39 \text{ kg kg}^{-1}$ wird nicht verwendet, da er für eine Temperatur von 15°C abgeleitet wurde (ZEEMAN, 1994), was nicht den deutschen Jahresmitteltemperaturen entspricht.

Tabelle 145 zeigt für die in Deutschland üblichen Kategorien von Lagerungsverfahren sowie Weidegang die im Inventar verwendeten MCF -Werte. Die Werte für 11°C kommen nur in etwa 1 % aller deutschen Kreise zur Anwendung. Für „Flüssigmist mit fester Abdeckung“ (incl. Zeltstrukturen) sowie „Flüssigmist mit künstlicher Schwimmdecke“ wurde, da IPCC keine Defaultwerte bereitstellt, der höhere MCF von Flüssigmist ohne Schwimmdecke übernommen. Generell sind die von Deutschland verwendeten MCF -Werte höher als die von IPCC (1996b) für kühles Klima angegebenen Werte ($0,1 \text{ kg kg}^{-1}$ für alle Verfahren außer Tiefstreu, Festmistlager und Weide; Festmistlager und Weide: $0,01 \text{ kg kg}^{-1}$; keine Angabe für Tiefstreu).

Tabelle 145: Im deutschen Inventar verwendete Methan-Umwandlungsfaktoren MCF in $[\text{kg kg}^{-1}]$ (4.B(a)s1)

		≤10°C	11°C
Flüssigmist	Außenlager ohne Abdeckung, keine Schwimmdecke	0,17	0,19
	feste Abdeckung	0,17	0,19
	natürliche Schwimmdecke	0,10	0,11
	künstliche Schwimmdecke (Strohhäcksel)	0,17	0,19
	schwimmende Abdeckfolie	0,17	0,19
	Lager unter Spaltenboden > 1 Monat	0,17	0,19
Jauche		0,17	0,19
Festmist	Tiefstreu	0,17	0,19
	Festmistlager	0,02	0,02
Weide		0,01	0,01

Zu den sich im Rahmen der Emissionsberechnungen mit dem Inventarmodell GAS-EM ergebenden mittleren MCF -Werte der wichtigen Tierkategorien siehe Kapitel 6.3.2.2.3.

6.3.2.2.2 Änderungen der Methodik (4.B, Methan)

Von Submission 2011 zu Submission 2012 erfolgte ein Wechsel in der VS-Berechnungsmethodik. Für Submission 2012 erfolgt diese Berechnung nicht mehr nach IPCC mit Hilfe der GE-Aufnahme, sondern nach der nationalen Methodik von Dämmgen et al. (2011a) als Funktion von Trockenmasse-Aufnahme, Verdaulichkeit organischer Substanz und Aschegehalt des Futters (siehe Kapitel 6.1.3.2.1).

6.3.2.2.3 Aktivitätsdaten und zusätzliche Informationen (4.B, Methan)

Für die Tierzahlen wird auf Kapitel 6.1.3.2 verwiesen.

Die mit nationalen Eingangsdaten berechneten VS-Ausscheidungen für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel ohne Gänse sind in Tabelle 146 dargestellt.

Die in Tabelle 146 gezeigten, mit nationalen Daten berechneten 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 146: 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	3,45	3,49	3,58	3,63	3,63	3,65	3,69	3,70	3,75	3,77
Übrige Rinder	1,38	1,40	1,45	1,46	1,44	1,45	1,46	1,46	1,46	1,48
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	1,48	1,49	1,47	1,47	1,46	1,46	1,47	1,47	1,46	1,46
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									
Milchkühe	3,97									
Übrige Rinder	1,47									
Schweine	0,27									
Geflügel ohne Gänse	0,026									

Für alle übrigen Tiere wurden die VS-Default-Werte nach IPCC (2006), Tabellen 10A-6 und 10A-9, übernommen, siehe Tabelle 147. 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 6.3.2.1) aus denen für Großpferde abgeleitet:

Tabelle 147: 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)	0,026

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Verteilungen der verschiedenen Wirtschaftsdünger-Managementsysteme.

Tabelle 148: Relative Anteile güllebasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	55,0	55,3	55,4	55,2	70,8	70,8	70,9	70,9	72,3	72,4
übrige Rinder	60,3	60,3	59,2	58,3	57,5	56,5	55,9	55,3	55,2	54,6
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	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	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	53,3	52,6	51,6	50,6	49,3	48,3	47,3	46,2	45,0	43,9
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									
Milchkühe	73,6									
übrige Rinder	42,8									
Schweine	91,9									
Schafe	NO									
Ziegen	NO									
Pferde	NO									
Esel/Maultiere	NO									
Büffel	42,0									
Geflügel	NO									

Tabelle 149: Relative Anteile strohbasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	26,7	26,2	26,2	26,4	15,5	15,5	15,4	15,4	14,4	14,3
übrige Rinder	25,1	24,7	25,1	25,6	26,1	26,5	26,7	27,0	26,8	27,2
Schweine	20,0	20,8	20,6	19,9	13,5	13,4	13,1	13,2	11,6	11,5
Schafe	49,7	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	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	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	28,3	29,1	30,1	31,1	32,1	33,1	34,0	35,0	36,2	37,2
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									
Milchkühe	16,0									
übrige Rinder	38,1									
Schweine	8,1									
Schafe	48,9									
Ziegen	65,8									
Pferde	79,5									
Esel/Maultiere	79,5									
Büffel	42,0									
Geflügel	100									

Tabelle 150: Weidegang: relative Haltungssystem-Anteile in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	18,4	18,5	18,4	18,5	13,8	13,8	13,8	13,8	13,5	13,5
übrige Rinder	14,6	15,0	15,7	16,1	16,4	17,0	17,4	17,7	18,1	18,2
Schweine	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Schafe	50,3	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	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	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	18,4	18,3	18,3	18,3	18,6	18,6	18,6	18,8	18,9	18,9
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									
Milchkühe	10,4									
übrige Rinder	19,0									
Schweine	NO									
Schafe	51,1									
Ziegen	34,2									
Pferde	20,5									
Esel/Maultiere	20,5									
Büffel	16,0									
Geflügel	NO									

Tabelle 152 zeigt die sich im Mittel über alle güllebasierten Systeme ergebenden Methan-Umwandlungsfaktoren *MCF* für Milchkühe, übrige Rinder und Schweine.

Tabelle 151: Methan-Umwandlungsfaktoren (MCF) für güllebasierte Systeme bei Milchkühen, übrigen Rinder und Schweinen (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	14,0	13,9	13,9	13,9	13,5	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4
übrige Rinder	13,2	13,2	13,1	13,1	12,6	12,7	12,7	12,7	12,8	12,7
Schweine	17,0	17,0	17,0	17,0	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	13,7	13,7	13,8	13,9	14,0	14,1	14,2	14,3	14,3	14,4
übrige Rinder	13,0	13,2	13,3	13,3	13,4	13,4	13,5	13,6	13,6	13,7
Schweine	16,1	15,9	15,8	15,7	15,6	15,4	15,3	15,2	15,1	14,9
[%]	2010									
Milchkühe	14,5									
übrige Rinder	13,8									
Schweine	14,8									

Nach IPCC (2006)-10.44 wird bei den Säugetieren für planbefestigte Systeme mit Einstreu im gesamten Berichtszeitraum mit dem Default-MCF von 2 % gerechnet, der höher ist als der Defaultwert von 1 % in IPCC (1996b), Table B-3 bis Table B-7. Für Tiefstreuensysteme wird ein temperaturabhängiger Default-MCF von 17 bis 19 % verwendet. Tabelle 152 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 wegen des Verbots der Anbindehaltung von 100 % Haltung auf Tiefstreu ab 2003 ausgegangen wird (Expertenurteil KTBL).

Tabelle 152: Methan-Umwandlungsfaktoren (MCF) für güllebasierte Systeme bei Milchkühen, übrigen Rinder 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	5,3	5,2	5,5	5,5	6,0	5,9	5,8	5,8	5,9	6,0
Schweine	5,9	5,8	5,8	5,8	6,0	6,0	6,0	6,0	6,1	6,1
[%]	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	6,4	6,6	6,8	7,5	7,5	7,5	7,5	7,6	7,7	7,7
Schweine	6,0	6,0	5,9	5,9	5,8	5,8	5,7	5,7	5,6	5,5
[%]	2010									
Milchkühe	2,0									
übrige Rinder	7,7									
Schweine	5,4									

Für Weidegang wird für alle Jahre der von IPCC (1996b) und IPCC (2006) gleichermaßen vorgeschlagene Default-MCF von 1 % angesetzt.

Für alle Geflügelkategorien in Deutschland wird der MCF nach IPCC (2006)-10.82 mit 1,5 % angesetzt. (IPCC 2006, Tabelle 10A-9, gibt für Enten zwar einen MCF-Wert von 1 % an. Die Verwendung dieses Wertes erscheint allerdings als ungerechtfertigt, da es nahezu unmöglich ist, einen Entenstall hinreichend trocken zu halten.) Der im Inventarmodell verwendete MCF ist damit für alle Geflügelkategorien höher als der von IPCC (1996b), Table B-7, vorgegebene Wert für das Geflügel insgesamt (1 %).

6.3.2.2.4 Berechnete CH₄-Emissionen (4.B, Methan)

In Tabelle 153 ist die Zeitreihe der gesamten CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management zusammengestellt.

Tabelle 153: Gesamt-CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4s1)

[Gg a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	301,18	269,00	267,15	265,07	279,96	277,47	279,85	275,14	281,27	278,92
[Gg a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	272,91	276,63	271,91	271,53	265,07	267,75	262,86	266,35	268,38	270,38
[Gg a ⁻¹]	2010									
	265,38									

Tabelle 153 lässt einen Rückgang der Emissionen nach 1990 erkennen, der im Wesentlichen auf die Jahre nach der deutschen Vereinigung beschränkt ist und hierbei hauptsächlich auf die Verringerung der Tierbestände zurückzuführen ist. Wie aus dem Vergleich von Tabelle 153 und Tabelle 154 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 154: 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	110,5	101,5	98,9	98,6	117,5	117,4	117,8	114,3	113,0	112,4
übrige Rinder	84,2	75,7	73,9	72,5	70,1	69,9	69,1	66,4	66,0	66,9
Schweine	100,9	86,2	89,0	88,5	86,7	84,4	87,1	88,8	96,7	94,1
[Gg a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	108,8	110,6	108,7	108,8	107,4	107,5	104,6	105,7	109,4	110,2
übrige Rinder	66,1	66,9	62,9	62,1	59,1	58,3	57,5	57,3	57,6	57,5
Schweine	92,2	93,2	94,4	94,5	92,4	95,7	94,4	96,7	94,9	96,2
[Gg a ⁻¹]	2010									
Milchkühe	110,6									
übrige Rinder	56,5									
Schweine	92,1									

6.3.2.2.5 CH₄-Emissionsfaktoren (4.B, Methan)

Tabelle 155 zeigt die zeitliche Entwicklung der mittleren Emissionsfaktoren für die CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management bei Milchkühen, übrigen Rindern und Schweinen.

Tabelle 155: CH₄-Emissionsfaktoren (IEF) für das Wirtschaftsdünger-Management (4.B(a)s1)

[kg pl ⁻¹ a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	17,4	18,0	18,4	18,6	22,3	22,4	22,7	22,7	23,4	23,6
übrige Rinder	6,4	6,6	6,8	6,8	6,6	6,6	6,5	6,5	6,5	6,6
Schweine	3,8	3,9	3,9	4,0	4,1	4,1	4,2	4,2	4,3	4,3
[kg pl ⁻¹ a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	23,8	24,3	24,6	24,9	25,1	25,4	25,6	26,0	25,9	26,2
übrige Rinder	6,6	6,7	6,6	6,7	6,6	6,6	6,6	6,7	6,6	6,6
Schweine	4,2	4,3	4,3	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
[kg pl ⁻¹ a ⁻¹]	2010									
Milchkühe	26,4									
übrige Rinder	6,5									
Schweine	4,1									

6.3.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.B, Methan)

Hinsichtlich der Unsicherheiten im Bereich der Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird auf Tabelle 133 in Kapitel 6.1.4 (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 und vollständig sind.

6.3.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.B, Methan)

Kapitel 6.1.5 vermittelt einen Überblick über die umgesetzten Maßnahmen zu QS/QK und Verifizierung.

Im Rahmen der Verifizierung wurden die für 2009 erhaltenen Ergebnisse mit denen benachbarter Staaten sowie des Vereinigten Königreiches von 2009 (Submission 2011 für 2009, UNFCCC 2011) verglichen. Deutschland liegt bzgl. des CH₄-IEF aus dem Milchkuh-Wirtschaftsdünger-Management auf dem Niveau des Vereinigten Königreiches und der Schweiz im oberen Bereich der CH₄-IEF, obwohl die VS-Ausscheidung am unteren Ende

vergleichbar mit Belgien liegt. Deutlich höhere CH_4 -IEFs haben Dänemark und die Niederlande, während die übrigen Länder z. T. erheblich unter dem Niveau von Deutschland, Vereinigtem Königreich und der Schweiz liegen. Tatsächlich aber sind selbst die ähnlichen IEF-Werte des CH_4 -IEF des Vereinigten Königreiches, der Schweiz und Deutschlands nur bedingt miteinander vergleichbar, da sie aus sehr unterschiedlichen VS-Ausscheidungen, Häufigkeiten von Flüssigmistsystemen und Methan-Umwandlungsfaktoren MCF entstanden sind. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass Deutschland für den vorliegenden NIR 2012 das neue nationale VS-Berechnungsverfahren verwendet hat, siehe Kapitel 6.3.2.2.1. Der IEF-Defaultwert von IPCC (1996b) liegt deutlich am unteren Ende der IEF-Skala Tabelle 156, wohingegen der Defaultwertbereich nach IPCC (2006) die mitteleuropäischen Gegebenheiten offenbar besser beschreibt.

Bei den übrigen Rindern (s. Tabelle 157) und bei Schweinen (s. Tabelle 158) liegen die deutschen Emissionsfaktoren im Bereich der Werte aus den Nachbarstaaten. Die 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 159) 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 156: CH_4 -Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Milchkühen verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (IEF) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter für das Jahr 2009

	IEF _{CH₄} [kg Platz ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]	VS- Ausscheidungen [kg Platz ⁻¹ d ⁻¹]	Häufigkeit von Flüssigmist- systemen [%]	mittlerer MCF für Flüssigmist- systeme [%]
Österreich	8,56	4,24	30,38	8,64
Belgien	16,31	3,88	11,86	19,00
Tschechische Republik	14,00	k. A.	40,00	k. A.
Dänemark	33,03	6,20	k. A.	k. A.
Frankreich ¹⁾	18,30	5,10	10,60	45,00
Deutschland	26,21	3,96	73,55	14,41
Niederlande	41,73	k. A.	k. A.	k. A.
Polen	10,53	4,58	7,68	39,00
Schweiz	25,66	6,16	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 ²⁾	5,1	35,7	17 bis 19 ²⁾

¹⁾ Frankreich: Nur gemäßigte Zone, Häufigkeit von Flüssigmistsystemen aus Originaldaten berechnet

²⁾ Bereich für in Deutschland vorkommende Systeme und/oder Temperaturen

Quelle: Deutschland: Submission 2012; andere Länder: UNFCCC 2011; k. A.: keine Angabe

Tabelle 157: 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 2009

	<i>IEF</i> _{CH₄}	VS- Ausscheidungen	Häufigkeit von Flüssigmist- systemen	mittlerer <i>MCF</i> für Flüssigmist- systeme
	[kg Platz ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]	[kg Platz ⁻¹ d ⁻¹]	[%]	[%]
Österreich	3,98	1,95	21,21	8,32
Belgien	2,60	1,35	4,04	19,00
Tschechische Republik	6,00	k. A.	50,00	k. A.
Dänemark	10,45	2,81	k. A.	k. A.
Frankreich ¹⁾	19,87	2,70	36,42	45,00
Deutschland	6,58	1,46	43,91	13,69
Niederlande	7,45 ²⁾	k. A.	k. A.	k. A.
Polen	4,93	2,15	11,89	39,00
Schweiz	5,05 ²⁾	2,02 ²⁾	46,58 ²⁾	10,00 ²⁾
Vereinigtes Königreich	4,15	0,01	6,00	39,00
IPCC (1996)-3-4.39, 4.44, Western Europe, cool region	6	2,7	50	10
IPCC (2000)-4.36				39,00
IPCC (2006)-10.78, Western Europe, cool region	6 bis 7 ³⁾	2,6	25,2	17 bis 19 ³⁾

¹⁾ Frankreich: Nur gemäßigte Zone, Häufigkeit von Flüssigmistssystemen aus Originaldaten berechnet

²⁾ berechnet aus berichteten Originaldaten

³⁾ Bereich für in Deutschland vorkommende Systeme und/oder Temperaturen

Quelle: Deutschland: Submission 2012; andere Länder: UNFCCC 2011; k. A.: keine Angabe

Tabelle 158: 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 2009

	<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	1,15	0,27	79,16	3,39
Belgien	9,68	0,49	6,21	19,00
Tschechische Republik	3,00	k. A.	76,00	k. A.
Dänemark	2,07	0,20	k. A.	k. A.
Frankreich ¹⁾	21,01	0,50	83,23	45,00
Deutschland	4,18	0,27	91,91	14,81
Niederlande	4,40	k. A.	k. A.	k. A.
Polen	6,54	0,50	28,63	39,00
Schweiz	5,43	0,50	98,61	10,00
Vereinigtes Königreich	7,06	NE	31,30	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 ²⁾ Übrige: 6	Sau, Eber: 0,46 Übrige:0,30	“pit>1month”: 70%	17 bis 19 ²⁾

¹⁾ Frankreich: Nur gemäßigte Zone, Häufigkeit von Flüssigmistsystemen aus Originaldaten berechnet

²⁾ Bereich für in Deutschland vorkommende Systeme und/oder Temperaturen

Quelle: Deutschland: Submission 2012; andere Länder: UNFCCC 2011; k. A.: keine Angabe

Tabelle 159: 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 2009

	<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	1,60
Tschechische Republik	0,08	k. A.	k. A.
Dänemark	0,02	0,00	2,00
Frankreich	0,12	0,10	k. A.
Deutschland	0,03	0,026 1	1,90
Niederlande	0,03	k. A.	k. A.
Polen	0,08	0,10	1,10
Schweiz	0,12	0,10	k. A.
Vereinigtes Königreich	0,08	k. A.	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

¹⁾ ohne Gänse

Quelle: Deutschland: Submission 2012; andere Länder: UNFCCC 2011; k. A.: keine Angabe

6.3.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (4.B, Methan)

Tabelle 160 bis Tabelle 162 zeigen für die relevanten Tierkategorien die Zeitreihen der Anteile der drei verschiedenen Hauptkategorien von Haltungsverfahren im Vergleich zum NIR 2011, sofern sich zum NIR 2011 eine Änderung ergeben hat. Wie in den CRF-Tabellen zu berichten, beziehen sich die Prozentangaben auf die ausgeschiedenen N-Mengen. Die Abweichungen der berichteten Werte gegenüber dem NIR 2011 sind wie folgt begründet:

- Bei Rindern und Schweinen ergaben sich durch Auswertung der Landwirtschaftszählung 2010 für das Jahr 2010 Verteilungen für die verschiedenen Haltungsverfahren, die von den bislang verwendeten Daten abweichen, die letztmalig für das Jahr 1999 aktualisiert worden waren (siehe 6.1.3.2.4). Für die Jahre 2000 bis 2009 ergibt sich durch lineare Interpolation zwischen den alten Daten von 1999 und den Daten für das Jahr 2010 ein allmählicher Übergang von der alten zur neuen Häufigkeitsverteilung.
- Bei den Schweinen hat sich die Anzahl der Tierplätze in den Kategorien Aufzuchtferkel und Mastschweine geändert, was sich wegen der bei beiden Tierkategorien unterschiedlichen Häufigkeiten der Haltung in güllebasierten und strohbasierten Systemen auf das Gesamtergebnis aller Schweine auswirkt.
- Da die Aufteilung der Haltungsverfahren in Tabelle 160 bis Tabelle 162 nach dem ausgeschiedenen N erfolgt, sind auch die modellbedingten Änderungen bei der N-Ausscheidung der Tiere zu beachten, siehe Kapitel 6.1.3.3:
 - Bei den Milchkühen wurde der Aufteilungsmodus der N-Ausscheidungen zwischen Weide und Stall verbessert.
 - Bei den Kategorien der übrigen Rinder und der Schweine hat sich in einigen Unterkategorien (bei den Rindern: Färsen und Mastbullen, bei den Schweinen: Sauen, Aufzuchtferkel und Mastschweine) die Höhe der N-Ausscheidungen geändert.
- Für Schafe wurden in der Landwirtschaftszählung 2010 erstmals Merkmale zum Weidegang erhoben. Eine Zeitreihe ab 1990 lässt sich nicht erstellen. Daher werden die Ergebnisse der Landwirtschaftszählung für alle Jahre ab 1990 eingesetzt. Sie ersetzen die noch bis zum NIR 2011 getroffenen Annahmen. Die im vorliegenden NIR dennoch von Jahr zu Jahr auftretenden Änderungen in den Anteilen von strohbasierter Haltung und Weidegang beruhen darauf, dass die Daten pro Bundesland zwar konstant sind, das Ergebnis auf Bundesebene aber ein daraus abgeleitetes gewichtetes Mittel ist, in das die von Jahr zu Jahr variierenden Bundesland-Tierzahlen eingehen.

Tabelle 160: Vergleich der 2012 und 2011 berichteten relativen Anteile güllebasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2012	55,0	55,3	55,4	55,2	70,8	70,8	70,9	70,9	72,3	72,4
Milchkühe 2011	54,8	55,2	55,3	55,1	70,8	70,8	70,9	70,9	72,2	72,3
Übrige Rinder 2012	60,3	60,3	59,2	58,3	57,5	56,5	55,9	55,3	55,2	54,6
Übrige Rinder 2011	59,9	60,0	58,5	57,7	56,6	55,7	55,1	54,6	54,3	53,7
Schweine 2012	80,0	79,2	79,4	80,1	86,5	86,6	86,9	86,8	88,4	88,5
Schweine 2011	80,8	80,3	80,5	81,1	87,3	87,4	87,7	87,7	89,2	89,0
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2012	72,5	72,7	72,9	73,0	73,1	73,2	73,3	73,5	73,5	73,5
Milchkühe 2011	72,3	72,4	72,3	72,4	72,4	72,4	72,3	72,5	72,7	72,7
Übrige Rinder 2012	53,3	52,6	51,6	50,6	49,3	48,3	47,3	46,2	45,0	43,9
Übrige Rinder 2011	53,5	53,7	53,6	53,6	53,3	53,2	53,3	53,3	53,2	53,4
Schweine 2012	88,8	89	89,5	89,8	89,9	90,3	90,6	90,9	91,3	91,7
Schweine 2011	89,2	89,3	89,3	89,4	89,4	89,6	89,5	89,5	89,8	90,0

Tabelle 161: Vergleich der 2012 und 2011 berichteten relativen Anteile strohbasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2012	26,7	26,2	26,2	26,4	15,5	15,5	15,4	15,4	14,4	14,3
Milchkühe 2011	26,8	26,2	26,2	26,4	15,4	15,3	15,3	15,3	14,3	14,2
Übrige Rinder 2012	25,1	24,7	25,1	25,6	26,1	26,5	26,7	27,0	26,8	27,2
Übrige Rinder 2011	26,7	25,9	25,9	26,2	26,6	26,9	27,0	27,1	26,9	27,3
Schweine 2012	20,0	20,8	20,6	19,9	13,5	13,4	13,1	13,2	11,6	11,5
Schweine 2011	19,2	19,7	19,5	18,9	12,7	12,6	12,3	12,3	10,8	11,0
Schafe 2012	49,7	49,5	49,3	49,5	49,6	49,7	49,5	49,9	49,8	49,7
Schafe 2011	28,9	30,0	29,5	28,8	28,9	29,1	28,5	28,9	29,0	27,9
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2012	14,6	14,7	14,9	15,0	15,2	15,4	15,6	15,7	15,8	15,9
Milchkühe 2011	14,3	14,3	14,4	14,2	14,3	14,3	14,4	14,3	14,0	14,0
Übrige Rinder 2012	28,3	29,1	30,1	31,1	32,1	33,1	34,0	35,0	36,2	37,2
Übrige Rinder 2011	27,4	27,3	27,2	27,2	27,3	27,2	27,1	27,1	27,3	27,2
Schweine 2012	11,2	11,0	10,5	10,2	10,1	9,7	9,4	9,1	8,7	8,3
Schweine 2011	10,8	10,7	10,7	10,6	10,6	10,4	10,5	10,5	10,2	10,0
Schafe 2012	49,9	49,7	49,9	49,6	49,7	49,6	49,8	49,7	49,9	49,9
Schafe 2011	28,4	28,2	28,5	27,7	28,3	28,3	28,8	28,8	28,9	28,5

Tabelle 162: Vergleich der 2012 und 2011 berichteten Anteile des Weidegangs in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2012	18,4	18,5	18,4	18,5	13,8	13,8	13,8	13,8	13,5	13,5
Milchkühe 2011	18,4	18,6	18,5	18,5	13,9	13,9	13,8	13,8	13,5	13,5
Übrige Rinder 2012	14,6	15,0	15,7	16,1	16,4	17,0	17,4	17,7	18,1	18,2
Übrige Rinder 2011	13,4	14,1	15,6	16,1	16,8	17,4	17,9	18,3	18,8	19,0
Schafe 2012	50,3	50,5	50,7	50,5	50,4	50,3	50,5	50,1	50,2	50,3
Schafe 2011	71,1	70,0	70,5	71,2	71,1	70,9	71,5	71,1	71,0	72,1
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2012	13,0	12,7	12,3	12,1	11,8	11,5	11,2	10,9	10,7	10,6
Milchkühe 2011	13,4	13,4	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,2	13,2	13,3
Übrige Rinder 2012	18,4	18,3	18,3	18,3	18,6	18,6	18,6	18,8	18,9	18,9
Übrige Rinder 2011	19,2	19,1	19,2	19,2	19,5	19,6	19,5	19,6	19,5	19,4
Schafe 2012	50,1	50,3	50,1	50,4	50,3	50,4	50,2	50,3	50,1	50,1
Schafe 2011	71,6	71,8	71,5	72,3	71,7	71,7	71,2	71,2	71,1	71,5

Tabelle 163 stellt für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel die für den NIR 2012 berechneten VS-Ausscheidungen den im NIR 2011 berichteten Werten gegenüber. Die Unterschiede sind zum Einen auf die in beiden Submissionen unterschiedliche Methodik der

VS-Berechnung zurück zu führen, siehe Kapitel 6.3.2.2.1. Zum Anderen werden die Ergebnisse aber auch durch Änderungen in der Energiebedarfsberechnung (Milchkühe, Färsen, Mastbullen, Sauen; siehe Kapitel 6.1.3.3), bei den Futterkennwerten (Milchkühe, Färsen, Mastbullen, Zuchtbullen; siehe Kapitel 6.1.3.2.2), sowie bei den Schweinen auch bei den Tierzahlen von Unterkategorien (Aufzuchtferkel, Mastschweine; siehe Kapitel 6.1.3.2.1) beeinflusst.

Tabelle 163: Vergleich der 2012 und 2011 berichteten täglichen VS-Ausscheidungen (4.B)

[kg Platz ⁻¹ d ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2012	3,45	3,49	3,58	3,63	3,63	3,65	3,69	3,70	3,75	3,77
Milchkühe 2011	3,97	4,03	4,14	4,21	4,22	4,26	4,31	4,33	4,38	4,42
Übrige Rinder 2012	1,38	1,40	1,45	1,46	1,44	1,45	1,46	1,46	1,46	1,48
Übrige Rinder 2011	1,33	1,36	1,42	1,44	1,42	1,44	1,46	1,46	1,47	1,48
Schweine 2012	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
Schweine 2011	0,26	0,26	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,28	0,27
Geflügel 2012	0,022	0,022	0,022	0,022	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
Geflügel 2011	0,017	0,017	0,018	0,018	0,018	0,017	0,018	0,018	0,018	0,018
[kg Platz ⁻¹ d ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2012	3,81	3,86	3,87	3,90	3,90	3,93	3,94	3,97	3,94	3,96
Milchkühe 2011	4,47	4,53	4,55	4,58	4,59	4,63	4,65	4,68	4,64	4,63
Übrige Rinder 2012	1,48	1,49	1,47	1,47	1,46	1,46	1,47	1,47	1,46	1,46
Übrige Rinder 2011	1,49	1,49	1,48	1,47	1,47	1,47	1,48	1,48	1,47	1,47
Schweine 2012	0,26	0,26	0,27	0,26	0,27	0,26	0,27	0,27	0,27	0,27
Schweine 2011	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Geflügel 2012	0,022	0,023	0,022	0,024	0,025	0,025	0,025	0,026	0,026	0,026
Geflügel 2011	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019

Die Änderungen bei den VS-Ausscheidungen wirken sich auch auf die effektiven Emissionsfaktoren (IEF) und die CH₄-Emissionen aus. Änderungen in diesen Größen beruhen zusätzlich darauf, dass für den NIR 2012 ein Fehler beim Methan-Umwandlungsfaktor korrigiert wurde (jetzt MCF = 0,17 kg kg⁻¹ für Tiefstreu statt 0,02 kg kg⁻¹) und dass sich aufgrund der Landwirtschaftszählung 2010 (und der zwischen 1999 und 2010 vorgenommenen linearen Interpolation, siehe Kapitel 6.1.3.2.4) die Häufigkeitsverteilung der Managementsysteme für die Jahre ab einschließlich 2000 geändert hat.

Tabelle 164 und Tabelle 165 zeigen für die relevanten Kategorien Milchkühe, übrige Rinder und Schweine eine Gegenüberstellung der effektiven Emissionsfaktoren (IEF) und der CH₄-Emissionen aus dem NIR 2011 und dem aktuellen NIR 2012. Die Emissionen aus der Milchkuh- und Schweinehaltung sind niedriger als im NIR 2011 berichtet, während die durch die übrigen Rinder verursachten Emissionen höher als im NIR 2011 sind.

Tabelle 164: Vergleich der 2012 und 2011 berichteten CH₄-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 2012	17,4	18,0	18,4	18,6	22,3	22,4	22,7	22,7	23,4	23,6
Milchkühe 2011	20,0	20,8	21,3	21,5	25,8	26,0	26,3	26,4	27,2	27,5
Übrige Rinder 2012	6,4	6,6	6,8	6,8	6,6	6,6	6,5	6,5	6,5	6,6
Übrige Rinder 2011	5,8	6,0	6,1	6,1	5,7	5,7	5,8	5,7	5,7	5,7
Schweine 2012	3,8	3,9	3,9	4,0	4,1	4,1	4,2	4,2	4,3	4,3
Schweine 2011	4,0	4,1	4,1	4,1	4,2	4,3	4,3	4,4	4,5	4,4
[kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2012	23,8	24,3	24,6	24,9	25,1	25,4	25,6	26,0	25,9	26,2
Milchkühe 2011	27,7	28,2	28,3	28,6	28,6	28,9	29,0	29,2	29,1	29,1
Übrige Rinder 2012	6,6	6,7	6,6	6,7	6,6	6,6	6,6	6,7	6,6	6,6
Übrige Rinder 2011	5,8	5,8	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
Schweine 2012	4,2	4,3	4,3	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
Schweine 2011	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,6	4,6

Tabelle 165: Vergleich der 2012 und 2011 berichteten CH₄-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 2012	301,2	269,0	267,2	265,1	280,0	277,5	279,8	275,1	281,3	278,9
Summe 2011	315,1	282,5	279,1	276,7	293,8	291,5	294,2	290,5	296,8	294,1
Milchkühe 2012	110,5	101,5	98,9	98,6	117,5	117,4	117,8	114,3	113,0	112,4
Milchkühe 2011	127,1	116,9	114,1	114,0	136,1	136,1	136,8	132,8	131,5	130,9
Übrige Rinder 2012	84,2	75,7	73,9	72,5	70,1	69,9	69,1	66,4	66,0	66,9
Übrige Rinder 2011	75,7	68,7	65,9	64,5	61,3	61,2	60,8	58,4	57,9	58,2
Schweine 2012	100,9	86,2	89,0	88,5	86,7	84,4	87,1	88,8	96,7	94,1
Schweine 2011	107,6	92,1	94,4	93,6	91,4	89,2	91,5	94,2	102,2	100,2
[Gg a ⁻¹ CH ₄]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Summe 2012	272,9	276,6	271,9	271,5	265,1	267,8	262,9	266,4	268,4	270,4
Summe 2011	288,0	291,2	286,3	286,0	279,0	282,8	276,6	280,7	284,2	287,0
Milchkühe 2012	108,8	110,6	108,7	108,8	107,4	107,5	104,6	105,7	109,4	110,2
Milchkühe 2011	126,8	128,3	125,4	125,0	122,7	122,2	118,2	119,1	122,8	122,5
Übrige Rinder 2012	66,1	66,9	62,9	62,1	59,1	58,3	57,5	57,3	57,6	57,5
Übrige Rinder 2011	57,4	58,2	54,7	53,1	50,7	50,1	49,6	49,5	49,7	49,8
Schweine 2012	92,2	93,2	94,4	94,5	92,4	95,7	94,4	96,7	94,9	96,2
Schweine 2011	98,9	99,5	101,0	102,5	100,0	105,0	103,4	106,2	105,7	108,6

6.3.2.6 Geplante Verbesserungen (4.B, Methan)

Zur Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung siehe Kapitel 6.2.6.

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 Methanbildungskapazität *B₀* ein aufeinander abgestimmtes Wertepaar sein müssen, wird auch an der Ableitung nationaler Werte für *B₀* gearbeitet. Die Ergebnisse werden in der neu geschaffenen KTBL-Arbeitsgemeinschaft Klimaschutz (Arbeitsgruppe Wirtschaftsdünger-Management) abgestimmt.

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.

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.

6.3.3 *NM VOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B, NM VOC)*

IPCC gibt keine Methode zur Berechnung von NM VOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management an. EMEP (2009)-4B-41 stellt fest: "Daten zu NM VOC-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 NM VOC-Emissionen führen und aus diesen Gründen nicht in EMEP (2009) aufgenommen wurden. Das ERT empfahl, dass Deutschland wie Finnland und Dänemark keine NM VOC-Emissionen aus der Landwirtschaft berichtet. NM VOC aus der Landwirtschaft wird daher ab dieser Submission 2012 nicht mehr berichtet.

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 erfolgt getrennt für alle Tierkategorien unter Berücksichtigung der gegebenen Wirtschaftsdünger-Managementsysteme nach folgender Formel:

Gleichung 7: 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 6.1.3.2.3 & 6.3.4.2.3. Die Emissionsfaktoren, die in Kapitel 6.3.4.2.5 angegeben werden, beschreiben Emissionen aus Stall und Lager zusammen.

Die NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (ohne Ausbringung und Weidegang) werden mit Hilfe der in Kapitel 6.3.4.2.5 angegebenen Emissionsfaktoren berechnet. Dieser einfache Ansatz führt zu NO-Emissionen, die den N₂O-Emissionen proportional sind.

N₂O- und NO-Emissionen aus dem Boden infolge von Wirtschaftsdünger-Ausbringung und N-Ausscheidungen auf der Weide werden unter 4.D berichtet.

6.3.4.2.2 Änderungen der Methodik (4.B, N₂O & NO)

Die Methodik wurde gegenüber dem NIR 2011 nicht verändert. Die sich im Vergleich zum NIR 2011 ergebenden Unterschiede in den N₂O- und NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management sind eine Folge von Änderungen bei Aktivitätsdaten (siehe Kapitel 6.3.4.2.3) und Tiermodellen (siehe Kapitel 6.1.3.3). Hierauf geht auch das Kapitel „Rückrechnungen“ (Kapitel 6.3.4.5) ein.

6.3.4.2.3 Aktivitätsdaten und zusätzliche Informationen (4.B(b))

Aktivitätsdaten sind die Gesamt-N-Ausscheidungen und die Gesamt-N-Einträge durch Einstreu sowie die relativen Häufigkeiten der verschiedenen Wirtschaftsdünger-Managementsysteme für die verschiedenen Tierkategorien.

Zur Berechnung der Gesamt-N-Ausscheidungen sowie der Gesamt-N-Einträge durch Einstreu werden u. a. die Tierplatzzahlen (siehe Kapitel 6.1.3.2.1), die N-Ausscheidungen pro Platz (siehe Kapitel 6.1.3.2.3) sowie die auf den Tierplatz bezogenen Einstreumengen und deren N-Gehalte benötigt (siehe Kapitel 6.1.3.2.5).

Die für die verschiedenen Wirtschaftsdünger-Managementsysteme errechneten Jahressummen an N-Ausscheidungen werden in Tabelle 166 bis Tabelle 168 aufgeführt.

Tabelle 166: Jahressummen der N-Ausscheidungen für güllebasierte Systeme (4.B(b))

[Gg a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	332,1	306,9	302,7	303,8	378,3	378,7	381,1	369,9	368,0	366,9
übrige Rinder	319,2	286,8	273,2	266,2	263,9	261,4	258,3	247,0	245,2	245,1
Schweine	250,4	211,1	218,3	217,5	225,1	219,2	226,3	230,2	251,0	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 ¹	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	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	356,9	363,1	354,1	353,4	347,8	348,3	338,0	341,4	348,6	351,7
übrige Rinder	236,4	235,2	217,9	207,6	194,1	188,0	181,8	177,0	174,0	170,1
Schweine	240,5	244,5	250,2	251,0	245,4	254,1	250,9	257,2	252,3	255,8
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	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									
Milchkühe	351,2									
übrige Rinder	163,8									
Schweine	243,6									
Schafe	NO									
Ziegen	NO									
Pferde	NO									
Esel/Maultiere	NO									
Büffel	0,08									
Geflügel	NO									

¹ Bis 1995 einschließlich gab es keine Büffel

Tabelle 167: Jahressummen der N-Ausscheidungen für strohbiisierte Systeme (4.B(b))

[Gg a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	161.5	145.3	143.1	145.5	83.0	82.7	82.8	80.5	73.2	72.5
übrige Rinder	132.9	117.3	116.0	116.6	119.7	122.7	123.5	120.3	119.0	122.3
Schweine	62.8	55.6	56.7	53.9	35.1	33.8	34.2	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 ¹	0	0	0	0	0	0	0.00	0.01	0.01	0.01
Geflügel	77.1	74.2	71.2	70.7	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	71.8	73.4	72.6	72.7	72.4	73.4	71.9	73.1	74.7	75.9
übrige Rinder	125.4	130.3	127.3	127.6	126.6	128.8	130.8	134.2	140.0	143.9
Schweine	30.5	30.2	29.5	28.6	27.4	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	79.9	82.1	81.6	84.2	89.3	88.9	88.9	94.2	93.6	93.7
[Gg a ⁻¹]	2010									
Milchkühe	76.4									
übrige Rinder	146.0									
Schweine	21.5									
Schafe	8.4									
Ziegen	1.08									
Pferde	18.0									
Esel/Maultiere	0.23									
Büffel	0.08									
Geflügel	94.3									

¹ Bis 1995 einschließlich gab es keine Büffel

Tabelle 168: Jahressummen der N-Ausscheidungen bei Weidegang (4.B(b))

[Gg a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	110,9	102,6	100,8	101,6	73,9	74,0	74,3	72,0	68,8	68,2
übrige Rinder	77,5	71,2	72,6	73,5	75,2	78,6	80,4	79,0	80,3	81,7
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 ¹	0	0	0	0	0	0	0,00	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	64,0	63,4	59,9	58,5	56,1	54,7	51,5	50,5	50,9	50,6
übrige Rinder	81,7	81,7	77,4	74,9	73,1	72,2	71,6	72,0	73,0	73,3
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									
Milchkühe	49,7									
übrige Rinder	72,9									
Schweine	NO									
Schafe	8,8									
Ziegen	0,56									
Pferde	4,6									
Esel/Maultiere	0,06									
Büffel	0,03									
Geflügel	NO									

¹ Bis 1995 einschließlich gab es keine Büffel

Tabelle 169: Jahressummen des N-Eintrags mit Einstreu durch strohbasierte Systeme (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	19,2	16,3	16,2	16,3	17,0	17,4	17,4	17,1	16,9	17,6
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 ¹	0	0	0	0	0	0	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	17,9	18,3	17,8	17,7	17,4	17,6	17,7	18,0	18,7	19,0
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									
Milchkühe	6,7									
übrige Rinder	19,1									
Schweine	1,18									
Schafe	0,61									
Ziegen	0,07									
Pferde	6,15									
Esel/Maultiere	0,08									
Büffel	0,01									
Geflügel	1,48									

¹ Bis 1995 einschließlich gab es keine Büffel

6.3.4.2.4 Berechnete N₂O- und NO-Emissionen

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 (81 % im Jahr 1990; zurückgegangen auf 74 % im Jahr 2010). Dies gilt wegen der Proportionalität der Emissionsfaktoren (siehe Kapitel 6.3.4.2.5) in gleicher Weise auch für die NO-Emissionen.

Tabelle 170: 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	3,383	3,063	3,018	3,049	3,049	3,046	3,059	2,973	2,898	2,888
übrige Rinder	3,292	2,904	2,855	2,831	2,947	2,970	2,957	2,859	2,842	2,897
Schweine	1,184	1,105	1,148	1,127	1,136	1,100	1,136	1,155	1,210	1,175
Schafe	0,106	0,103	0,095	0,097	0,093	0,097	0,096	0,094	0,093	0,090
Ziegen	0,004	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005
Pferde	0,199	0,207	0,216	0,229	0,243	0,253	0,264	0,242	0,219	0,197
Esel/Maultiere	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Büffel ¹	0	0	0	0	0	0	0,0000	0,0001	0,0002	0,0002
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	2,824	2,859	2,788	2,767	2,719	2,719	2,636	2,655	2,695	2,706
übrige Rinder	2,876	2,919	2,776	2,788	2,686	2,672	2,649	2,658	2,709	2,729
Schweine	1,188	1,238	1,294	1,328	1,334	1,413	1,426	1,491	1,489	1,535
Schafe	0,090	0,091	0,089	0,089	0,089	0,087	0,083	0,082	0,079	0,077
Ziegen	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,007	0,007	0,007	0,008	0,009
Pferde	0,203	0,208	0,212	0,216	0,211	0,206	0,214	0,223	0,212	0,201
Esel/Maultiere	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Büffel	0,0004	0,0004	0,0004	0,0005	0,0006	0,0007	0,0008	0,0009	0,0010	0,0012
Geflügel	0,126	0,129	0,128	0,132	0,140	0,140	0,140	0,148	0,147	0,147
[Gg a ⁻¹ N ₂ O]	2010									
Milchkühe	2,694									
übrige Rinder	2,708									
Schweine	1,497									
Schafe	0,071									
Ziegen	0,006									
Pferde	0,190									
Esel/Maultiere	0,002									
Büffel	0,0014									
Geflügel	0,148									

¹ Bis 1995 einschließlich gab es keine Büffel

Die nachstehende Tabelle zeigt, dass das Niveau der Gesamt-N₂O-Emissionen aus güllebasierten Systemen im Jahr 2010 weitgehend dem Niveau von 1990 entspricht, während im Bereich der Festmistsysteme der Wert für 2010 ca. 80 % des Wertes für 1990 beträgt. Hierin spiegelt sich die Entwicklung der Verteilung der Managementsysteme wieder (siehe Kapitel 6.1.3.2.4 und 6.3.2.2.3), deren Einfluss z. T. durch die zeitliche Entwicklung der Tierzahlen und des Leistungsniveaus modifiziert wird.

Tabelle 171: 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	8,292	7,505	7,450	7,450	7,587	7,585	7,631	7,444	7,389	7,372
güllebasiert	4,489	4,086	4,008	3,982	4,735	4,692	4,717	4,598	4,646	4,613
strohbasierend	3,803	3,420	3,442	3,469	2,852	2,893	2,915	2,846	2,743	2,759
[Gg a ⁻¹ N ₂ O]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
insgesamt	7,318	7,453	7,296	7,330	7,188	7,246	7,158	7,268	7,342	7,407
güllebasiert	4,513	4,575	4,466	4,420	4,308	4,341	4,252	4,298	4,311	4,341
strohbasierend	2,804	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									
insgesamt	7,317									
güllebasiert	4,262									
strohbasierend	3,055									

Die für das gesamte Wirtschaftsdünger-Management berechneten NO-Emissionen sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 172: NO-Emissionen (E_{NO}) aus dem Wirtschaftsdünger-Management

[Gg a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
ENO	1,131	1,023	1,016	1,016	1,035	1,034	1,041	1,015	1,008	1,005
[Gg a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ENO	0,998	1,016	0,995	1,000	0,980	0,988	0,976	0,991	1,001	1,010
[Gg a ⁻¹]	2010									
ENO	0,998									

6.3.4.2.5 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 Festmistsysteme verwendet Deutschland niedrigere N₂O-Emissionsfaktoren als von IPCC (1996b/2000) vorgegeben. Diese niedrigeren Emissionsfaktoren beruhen auf der Auswertung von Messungen in Deutschland und Mitteleuropa auf Betriebsebene und in speziellen Versuchsanordnungen (ohne Laborexperimente) (FREIBAUER, 2003; KTBL, 2005). Die Forschung zu Treibhausgasemissionen aus Festmistsystemen ist seitdem nahezu zum Erliegen gekommen, so dass sich die Datenbasis seit FREIBAUER (2003) und KTBL (2005) nicht verändert hat. Auf Grundlage dieser Daten verwendet Deutschland für Festmistsysteme bei Rindern und Schweinen einen Emissionsfaktor von 0,005 kg N₂O-N (kg N)⁻¹ der mit dem Default-Emissionsfaktor von IPCC (2006) übereinstimmt. Ergebnisse aus Wirtschaftsdünger-Lagerungssystemen in Dänemark (Tiefstreu bei Rindern) und im Vereinigten Königreich (Geflügelkot) bestätigen, dass die Verwendung des Default-Emissionsfaktors von IPCC (2006) nicht zu einer Unterschätzung der Emissionen führt.

Tabelle 173: 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) ^c	0,000
Schwimmdecke (Folie) ^c	0,000
Flüssigmist unterhalb Spaltenboden ^a	0,002
Festmist^a	0,005
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: Häcksel- oder Folienschwimmdecken erlauben keine N₂O-Bildung.

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, indem der auf N bezogene NO-N-Emissionsfaktor mit 10 % des N₂O-N-Emissionsfaktors angesetzt wird.

Die Emissionsfaktoren für die im N-Fluss-Konzept (siehe Kapitel 6.1.2.4) ebenfalls zu berücksichtigenden Emissionen von N₂ wurden in Übereinstimmung mit Experimenten in Großbritannien (JARVIS & PAIN, 1994) aus den N₂O-N-Emissionsfaktoren abgeleitet: Der N₂-Emissionsfaktor beträgt das Dreifache des N₂O-N-Emissionsfaktors.

Tabelle 174 bis Tabelle 177 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 174: Milchkühe, mittlere N₂O-N-Emissionsfaktoren

[kg kg ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
güllebasiert	0,00376	0,00372	0,00372	0,00374	0,00390	0,00390	0,00389	0,00390	0,00390	0,00390
strohbasierend	0,00559	0,00557	0,00555	0,00554	0,00560	0,00560	0,00559	0,00559	0,00559	0,00559
[kg kg ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
güllebasiert	0,00390	0,00388	0,00386	0,00384	0,00382	0,00380	0,00379	0,00377	0,00374	0,00371
strohbasierend	0,00563	0,00560	0,00559	0,00557	0,00555	0,00554	0,00552	0,00551	0,00550	0,00549
[kg kg ⁻¹]	2010									
güllebasiert	0,00369									
strohbasierend	0,00548									

Tabelle 175: Übrige Rinder, mittlere N₂O-N-Emissionsfaktoren

[kg kg ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
güllebasiert	0,00371	0,00366	0,00363	0,00363	0,00379	0,00378	0,00378	0,00378	0,00377	0,00376
strohbasierend	0,00686	0,00681	0,00711	0,00717	0,00731	0,00735	0,00734	0,00736	0,00742	0,00753
[kg kg ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
güllebasiert	0,00374	0,00372	0,00370	0,00367	0,00365	0,00363	0,00360	0,00358	0,00356	0,00354
strohbasierend	0,00755	0,00754	0,00755	0,00793	0,00790	0,00790	0,00788	0,00788	0,00790	0,00788
[kg kg ⁻¹]	2010									
güllebasiert	0,00352									
strohbasierend	0,00785									

Tabelle 176: Schweine, mittlere N₂O-N-Emissionsfaktoren

[kg kg ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
güllebasiert	0,00169	0,00195	0,00198	0,00199	0,00239	0,00238	0,00240	0,00239	0,00238	0,00238
strohbasierend	0,00526	0,00526	0,00526	0,00526	0,00528	0,00527	0,00527	0,00527	0,00527	0,00527
[kg kg ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
güllebasiert	0,00248	0,00257	0,00267	0,00277	0,00287	0,00298	0,00307	0,00316	0,00325	0,00334
strohbasierend	0,00526	0,00525	0,00526	0,00526	0,00526	0,00526	0,00527	0,00527	0,00528	0,00528
[kg kg ⁻¹]	2010									
güllebasiert	0,00344									
strohbasierend	0,00529									

Tabelle 177: 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	0,00323	0,00321	0,00322	0,00347	0,00348	0,00347	0,00345	0,00342	0,00343
strohbasierend	0,00519	0,00512	0,00522	0,00524	0,00527	0,00530	0,00531	0,00526	0,00523	0,00530
[kg kg ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
güllebasiert	0,00344	0,00345	0,00346	0,00346	0,00348	0,00350	0,00351	0,00353	0,00354	0,00355
strohbasierend	0,00526	0,00526	0,00525	0,00536	0,00527	0,00529	0,00529	0,00526	0,00531	0,00532
[kg kg ⁻¹]	2010									
güllebasiert	0,00357									
strohbasierend	0,00531									

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 133 in Kapitel 6.1.4 (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 sind.

6.3.4.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.B, N₂O & NO)

Kapitel 6.1.5 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) und benachbarten Staaten inklusive des Vereinigten Königreiches (Submission 2011 für 2009, UNFCCC 2011) ergab, dass alle anderen Staaten im Wesentlichen die N₂O-N-Default-Emissionsfaktoren aus IPCC (1996b), Table 4-22, verwenden (0,001 kg kg⁻¹ N für Flüssigmist und 0,02 kg kg⁻¹ N für Festmist; bei Dänemark, den Niederlanden und dem Vereinigten Königreich gibt es leichte Abweichungen). Die von den IPCC (1996b)-Defaultwerten abweichenden deutschen N₂O-N-Emissionsfaktoren sind in Kapitel 6.3.4.2.5 beschrieben. Im Mittel über die gesamte Tierhaltung ergibt sich für Deutschland ein N₂O-N-IEF für Flüssigmist von 0,00357 kg kg⁻¹ N und ein IEF für Festmist von 0,00484 kg kg⁻¹ N.

Der Vergleich der N-Ausscheidungen (Tabelle 178) mit denen der Nachbarländer zeigt, dass Deutschland nach den Modell- und Futterkorrekturen (siehe Kapitel 6.1.3.3) bei den Milchkühen ungefähr im Mittelfeld der aus den Nachbarstaaten berichteten Werte 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 kg Platz⁻¹ a⁻¹ und 2006 mit 0,55 kg Platz⁻¹ a⁻¹ (Berechnung siehe Tabelle 178) 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 kg Platz⁻¹ a⁻¹.

Tabelle 178: N-Ausscheidung pro Tierplatz für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel verschiedener Länder

	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	97,11	46,57	9,57	0,55
Belgien	115,07	54,26	10,06	0,58
Tschechische Republik	100,00	70,00	20,00	0,60
Dänemark	138,12	47,82	8,40	0,53
Frankreich	100,00	57,51	16,46	0,60
Deutschland	114,10	44,36	11,92	0,73
Niederlande	127,00	44,78 ¹	8,87	0,65
Polen	86,70	58,09	13,56	0,35
Schweiz	110,23	37,96 ¹	9,18	0,54
Vereinigtes Königreich	110,01	55,32	10,60	0,57
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 ²	50,59 ²	9,31 / 30,35 ^{2,4}	0,55 ^{2,3}
EMEP (2009)-4.B-26	105,00	41,00	12,1 / 34,5 ⁴	0,36 bis 1,64

Quelle: Deutschland für 2010: Submission 2012; andere Länder für 2009: UNFCCC 2011

¹ berechnet aus berichteten Originaldaten

² 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)

³ 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)

⁴ 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 180 zeigt den Vergleich der für den vorliegenden NIR 2012 berechneten und der im NIR 2011 berichteten N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management für güllebasierte und strohbasierte Systeme. Die Emissionen aus den güllebasierten Systemen weisen für alle Jahre des Berichtszeitraumes eine Abnahme im Vergleich zum NIR 2011 auf. Dagegen sind die Emissionen aus den strohbasierten Systemen nur bis 2001 niedriger als im NIR 2011, und liegen ab 2002 zunehmend über den im NIR 2011 berichteten Werten. Die wesentlichen Gründe dafür sind:

- Die Abnahme der Gesamt-N-Ausscheidungen während des gesamten Berichtszeitraumes (siehe Kapitel 6.1.3.2.3, Tabelle 132) führt zunächst in beiden Wirtschaftsdünger-Managementsystemkategorien zu einer Abnahme der N₂O-Emissionen.
- Diese Abnahme wird für strohbasierte System noch für alle Jahre des Berichtszeitraumes durch eine Änderung der strohbasierten Haltung bei den Färsen verstärkt (Ersatz des Tiefstreusystems durch die Haltung auf planbefestigtem Boden mit Einstreu, siehe Kapitel 6.1.3.2.4)
- Emissionserhöhend wirkt dagegen, dass Mutterkühe verstärkt auf Tiefstreu gehalten werden (siehe Kapitel 6.1.3.2.4).
- Ebenfalls (geringfügig) emissionserhöhend wirkt bei strohbasierten Systemen der von 2011 zu 2012 aktualisierte (d. h. angehobene) N-Gehalt der Einstreu (siehe Kapitel 6.1.3.2.5).

- Der bei der Kategorie der strohbasierenden Systeme zu beobachtende Wechsel von Abnahme zu Zunahme der N₂O-Emissionen ab Anfang der 2000er Jahre geht auf Änderungen in der prozentualen Verteilung der Managementsysteme zwischen NIR 2011 und NIR 2012 zurück, siehe Tabelle 160 bis Tabelle 162 in Kapitel 6.3.2.5.

Als Folge der vorstehend beschriebenen Änderungen sind die Gesamtemissionen in den Jahren 1990 bis 2003 niedriger, und in den Jahren ab 2005 höher als die für den NIR 2011 berechneten Gesamtemissionen.

Tabelle 179: Vergleich der 2012 und 2011 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 2012	8,292	7,505	7,450	7,450	7,587	7,585	7,631	7,444	7,389	7,372
insgesamt 2011	8,947	8,039	7,853	7,840	7,976	7,977	8,039	7,881	7,815	7,730
güllebasiert 2012	4,489	4,086	4,008	3,982	4,735	4,692	4,717	4,598	4,646	4,613
güllebasiert 2011	4,559	4,149	4,073	4,061	4,880	4,860	4,888	4,791	4,831	4,803
strohbasierend 2012	3,803	3,420	3,442	3,469	2,852	2,893	2,915	2,846	2,743	2,759
strohbasierend 2011	4,388	3,890	3,780	3,779	3,095	3,118	3,151	3,090	2,984	2,926
[Gg a ⁻¹ N ₂ O]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
insgesamt 2012	7,318	7,453	7,296	7,330	7,188	7,246	7,158	7,268	7,342	7,407
insgesamt 2011	7,584	7,660	7,437	7,373	7,189	7,205	7,050	7,123	7,189	7,195
güllebasiert 2012	4,513	4,575	4,466	4,420	4,308	4,341	4,252	4,298	4,311	4,341
güllebasiert 2011	4,701	4,758	4,633	4,606	4,481	4,518	4,411	4,458	4,504	4,517
strohbasierend 2012	2,804	2,878	2,830	2,909	2,880	2,905	2,906	2,970	3,030	3,066
strohbasierend 2011	2,883	2,901	2,804	2,767	2,708	2,687	2,639	2,665	2,685	2,677

Die NO-Emissionen haben sich gegenüber dem NIR 2011 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 6.3.4.2.5). Die Veränderungen der Gesamtsumme an NO-Emissionen zeigt die nachfolgende Tabelle:

Tabelle 180: Vergleich der 2012 und 2011 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} 2012	1,131	1,023	1,016	1,016	1,035	1,034	1,041	1,015	1,008	1,005
E _{NO} 2011	1,220	1,096	1,071	1,069	1,088	1,088	1,096	1,075	1,066	1,054
[Gg a ⁻¹ NO]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
E _{NO} 2012	0,998	1,016	0,995	1,000	0,980	0,988	0,976	0,991	1,001	1,010
E _{NO} 2011	1,034	1,045	1,014	1,005	0,980	0,983	0,961	0,972	0,980	0,981

6.3.4.6 Geplante Verbesserungen (4.B, N₂O & NO)

Die von Deutschland derzeit verwendeten nationalen N₂O-Emissionsfaktoren sollen in der neu geschaffenen KTBL-Arbeitsgemeinschaft Klimaschutz (Arbeitsgruppe Wirtschaftsdüngermanagement) überprüft werden.

Von der in Kapitel 6.3.2.6 erwähnten Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung und der Erhebung zur N-reduzierten Fütterung bei Schweinen ist zu erwarten, dass auch die Ergebnisse der N₂O- und NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management genauer werden.

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		2010		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
Direct Soil Emissions	N ₂ O	L	T/T2	29.161,4	(2,39%)	24.757,1	(2,60%)	-15,10%
Indirect Emissions	N ₂ O	L	T/T2	16.463,1	(1,35%)	13.268,0	(1,39%)	-19,41%
Pasture, Range and Paddock Manure	N ₂ O	-	-/T2	2.019,7	(0,17%)	1.334,5	(0,14%)	-33,93%

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 Pasture, Range and Paddock Manure 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 N₂O-Emissionen ergeben sich als Folge von Deposition reaktiven Stickstoffs sowie Auswaschung und Oberflächenfluss.

Die N₂O-Emissionen aus Böden haben zwischen 1990 und 2010 um 17,5 % abgenommen. Ihr Anteil an den gesamten N₂O-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft ist über die Jahre nahezu konstant geblieben (1990: 94,9 %; 2010: 94,6 %).

6.5.2 Methodische Aspekte (4.D)

6.5.2.1.1 Grundkonzept

Die N₂O-Emissionen aus Böden werden proportional zur Menge des anthropogen dem Boden zugeführten Stickstoffs berechnet. Diese N-Menge umfasst auch die Ausbringung von Wirtschaftsdünger und Weidegang. Diese N-Beiträge werden mit Hilfe des N-Fluss-Konzeptes berechnet, siehe Kapitel 6.1.2.4.

Eine ausführliche Beschreibung der Berechnung der N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden findet sich in HAENEL et al. (2012). Die nachfolgenden Kapitel geben die wichtigsten Aspekte wieder, einschließlich der Änderungen gegenüber dem NIR 2011.

6.5.2.1.2 Direkte N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (4.Ds1.2, 4.Ds1.3)

Direkte N₂O-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 6.5.2.1.7.) Als Aktivitätsdaten werden die auf Bundesland-Ebene statistisch erfassten Verkaufsmengen von Mineraldüngern verwendet. 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. Zur Ermittlung der Aktivitätsdaten, d. h. der nach der Ausbringung in den Boden gelangenden N-Mengen, siehe 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). Die Menge der N-Ausscheidungen auf der Weide 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), pg. 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. Der Emissionsfaktor wird analog zur Mineraldünger-Ausbringung mit $EF_{\text{sl, N}_2\text{O}} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$ angesetzt.

Direkte N_2O -Emissionen aus der Bewirtschaftung organischer Böden werden proportional zur Fläche (siehe Kapitel 6.5.2.2, Tabelle 183) 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 berechnet. Diese wird 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). Der Emissionsfaktor wird in Analogie zur Mineraldüngerausbringung mit $EF_{\text{fix, N}_2\text{O}} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$ angesetzt.

Direkte N_2O -Emissionen aus Ernterückständen werden proportional zu den im Boden verbliebenen N-Mengen berechnet (IPCC, 2006, 11.13). Diese Mengen ergeben sich aus den Anbauflächen, den Erträgen und den kulturspezifischen N-Gehalten. Daten zu Anbauflächen und Erträgen berichtet das Statistische Bundesamt (StatBA FS3 R3). Die in

den Rückständen enthaltenen relativen N-Gehalte werden einer Aufstellung des Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ, 2007) sowie der Düngeverordnung (DüV, 2007) entnommen. Die mit Stroh als Einstreu für die Tierhaltung von der Fläche entfernten N-Mengen werden abgezogen. Der Emissionsfaktor wird in Analogie zur Mineraldünger-ausbringung mit $EF_{\text{fix, N}_2\text{O}} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$ angesetzt.

6.5.2.1.3 Indirekte N_2O -Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden 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 $Frac_{\text{GASM}}$ in CRF Table 4.Ds2 ist (siehe Kapitel 6.5.2.1.7), 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
- NH_3 -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management incl. Ausbringung
- NO -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management incl. NO als Folge der Wirtschaftsdünger-Ausbringung
- NH_3 -Emissionen aus dem Weidegang
- NO -Emissionen aus dem Weidegang
- NH_3 -Emissionen aus dem Leguminosenanbau

NO -Emissionen aus dem Leguminosenanbau und aus Ernterückständen werden ab der vorliegenden 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 Emissionsfaktoren in STEHFEST & BOUWMAN (2006) ohne Abzug von „Hintergrund-Emissionen“ als gemessene Gesamtemission pro Düngungsmenge berechnet wurden.

$\text{NH}_3\text{-}$ und NO -Emissionen aus der Mineraldüngeranwendung werden proportional zur ausgebrachten N-Menge berechnet. Die NH_3 -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 HAENEL et al., 2012). Der NO -Emissionsfaktor ist in Kapitel 6.5.2.1.5 angegeben.

NH₃-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden getrennt für Stall-, Lager- und Ausbringungsbereich berechnet, wobei die am Anfang der Stall-Lager-Ausbringung-Kette stehende N-Menge auch den mit der Einstreu eingebrachten Stickstoff einschließt (siehe Kapitel 6.1.2.4 und 6.1.3.2.5). Für die in Deutschland üblichen Stall-, Lager- und Ausbringverfahren existieren differenzierte NH₃-Emissionsfaktoren (s. HAENEL et al., 2012).

NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden zum einen für den Stall- und Lagerbereich kombiniert 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 6.3.4.2.5). Der Emissionsfaktor für NO als Folge der Ausbringung ist in Kapitel 6.5.2.1.2 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 6.5.2.1.2 angegeben.

NH₃-Emissionen aus dem Leguminosenanbau werden proportional zur fixierten N-Menge berechnet (zur Berechnung der fixierten N-Menge siehe Kapitel 6.5.2.1.2). Der NH₃-Emissionsfaktor wird nach EMEP (2006)-B1020-12 als $EF_{\text{fix, NH}_3} = 0,01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$ angesetzt.

6.5.2.1.4 Indirekte N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden als Folge von Auswaschung und Oberflächenabfluss (4.Ds1.3)

Die indirekten N₂O-Emissionen als Folge von Auswaschung und Oberflächenabfluss ergeben sich über ein einfaches Tier-1-Verfahren nach IPCC (1996b), S. 4.109, als Produkt aus N₂O-N-Umrechnungsfaktor 44/28, Aktivitätsgröße, relativem Anteil der von Auswaschung und Oberflächenabfluss betroffenen N-Menge im Boden ($Frac_{\text{LEACH}}$, siehe Kapitel 6.5.2.1.8) sowie dem Emissionsfaktor (0,025 kg kg⁻¹ N, IPCC, 1996b, Tabelle 4-23).

Die Aktivitätsgröße ergibt sich aus der Summe der nachfolgend angegebenen Teil-Aktivitätsgrößen (zur Berechnung der NH₃- und NO-Emissionen sowie der direkten N₂O-Emissionen siehe Kapitel 6.5.2.1.3 und 6.5.2.1.2; die N₂-Emissionen werden mit dem gleichen Verfahren wie die direkten N₂O-Emissionen berechnet, wobei der N₂O-N-Emissionsfaktor durch den N₂-Emissionsfaktor 0,1 kg kg⁻¹ N ersetzt wird, s. HAENEL et al. (2012):

- Die Teil-Aktivitätsgrößen aus Mineraldünger- und Wirtschaftsdüngerausbringung sowie Weidegang bestehen aus den ausgebrachten bzw. ausgeschiedenen N-Mengen, vermindert um N-Verluste durch direkte N₂O-Emissionen sowie NH₃-, NO- und N₂-Emissionen.
- Die Teil-Aktivitätsgröße aus der Klärschlammasbringung umfasst die ausgebrachte N-Menge, vermindert um N-Verluste durch direkte N₂O-Emissionen. (Es werden keine NH₃-, NO- und N₂-Emissionen berechnet.)
- Als Teil-Aktivitätsgröße für die biologische N-Fixierung wird die fixierte N-Menge verwendet, vermindert um N-Verluste durch direkte N₂O-Emissionen sowie NH₃-, NO- und N₂-Emissionen. (Zur Berechnung der fixierten N-Menge siehe Kapitel 6.5.2.1.2.)

Bei den Ernterückständen ergibt sich die Teil-Aktivitätsgröße aus den N-Gehalten (zur Berechnung dieser N-Mengen siehe Kapitel 6.5.2.1.2), vermindert um N-Verluste durch direkte N_2O -Emissionen sowie NO- und N_2 -Emissionen. (Es werden keine NH_3 -Emissionen berechnet).

6.5.2.1.5 NO-Emissionen

Die Vorgehensweise zur Berechnung der NO-Emissionen wird im Rahmen von Kapitel 6.5.2.1.3 beschrieben. Die verwendeten Emissionsfaktoren sind der nachstehenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 181: 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

Der NO-N-Emissionsfaktor für Weidegang weicht von dem in früheren Submissionen verwendeten Wert ab, der den N_2O -N-Emissionsfaktor ($0,02 \text{ kg kg}^{-1}$) übernommen hatte. Da es keine Messdaten in Deutschland gibt, die den hohen Emissionsfaktor belegen, wird ab sofort der EMEP Default-Wert als Emissionsfaktor übernommen, der europäische Verhältnisse repräsentiert.

NO-Emissionen aus dem Leguminosenanbau und aus Ernterückständen werden ab der vorliegenden Submission 2012 nicht mehr berichtet, siehe Kapitel 6.5.2.1.3.

6.5.2.1.6 NMVOC-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden und Kulturen

IPCC stellt keine Methode zur Berechnung von NMVOC-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 ab der vorliegenden Submission 2012 keine NMVOC-Emissionen mehr berichtet.

6.5.2.1.7 $Frac_{\text{GASF}}$ und $Frac_{\text{GASM}}$

Die nachstehend beschriebenen Größen $Frac_{\text{GASF}}$ und $Frac_{\text{GASM}}$ werden nach der abgeschlossenen Emissionsberechnung mit Hilfe von Ein- und Ausgabedaten berechnet. Sie stellen also Diagnose-Größen dar und werden nicht zur Emissionsberechnung verwendet.

$Frac_{\text{GASF}}$ gibt den relativen Anteil der N-Menge an, die als Folge der Ausbringung von Mineraldüngern als NH_3 -N und NO-N emittiert wird ($Frac_{\text{GASF}}$). $Frac_{\text{GASF}}$ wird wie in CRF-4.Ds2 definiert berechnet.

Die in CRF-4.Ds2 angegebene Definition von $Frac_{\text{GASM}}$ („Fraction of livestock N excretion that volatilizes as NH_3 and NO_x “) entspricht der implizit durch Gleichung 9 in IPCC (1996b)-4.112 gegebenen Definition. Dies wird deutlich, wenn Gleichung 9 in IPCC (1996b)-4.112 nach $Frac_{\text{GASM}}$ umgeformt wird:

Gleichung 8: Ableitung von $Frac_{\text{GASM}}$ aus Gleichung 9 in IPCC (1996b)-4.112

$$Frac_{\text{GASM}, \text{Eq. 9}} = \frac{E_{\text{N}_2\text{O}} / EF_4 - N_{\text{fert}} \cdot Frac_{\text{GASF}}}{N_{\text{ex}}}$$

mit

$Frac_{\text{GASM}, \text{Eq. 9}}$
 $E_{\text{N}_2\text{O}} / EF_4$ $Frac_{\text{GASM}}$ -Größe aus Gleichung 9 in IPCC (1996b)-4.112 (in Gg Gg⁻¹)
Gesamtemission von N_2O -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_2O -N)

$N_{\text{fert}} \cdot \text{Frac}_{\text{GASF}}$	Emission von $\text{N}_2\text{O-N}$ durch Deposition von reaktivem Stickstoff aus der Emission von $\text{NH}_3\text{-N}$ und NO-N bei der Anwendung von Mineraldünger (in $\text{Gg a}^{-1} \text{N}_2\text{O-N}$)
N_{ex}	ationale Gesamt-N-Menge aus tierischen Ausscheidung (in $\text{Gg a}^{-1} \text{N}$)

$\text{NH}_3\text{-}$ 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 $\text{Frac}_{\text{GASM}}$ -Größe mitberücksichtigt werden, um die Konsistenz der deutschen Inventarergebnisse zu gewährleisten. Daraus resultiert die Definition der von Deutschland berichteten Größe $\text{Frac}_{\text{GASM, Germany}}$:

Gleichung 9: Definition der Größe $\text{Frac}_{\text{GASM, Germany}}$

$$\text{Frac}_{\text{GASM, Germany}} = \frac{E_{\text{NH}_3\text{-N, MM}} + E_{\text{NH}_3\text{-N, grazing}} + E_{\text{NO-N, storage}} + E_{\text{NO-N, application}} + E_{\text{NO-N, grazing}}}{m_{\text{excr}} + m_{\text{straw}}}$$

mit

$\text{Frac}_{\text{GASM, Germany}}$	Anteil des Stickstoffs aus tierischen Ausscheidungen und Einstreu (Stroh), der als $\text{NH}_3\text{-N}$ and NO-N emittiert wird (in Gg Gg^{-1})
$E_{\text{NH}_3\text{-N, MM}}$	Emission von $\text{NH}_3\text{-N}$ aus dem Wirtschaftsdünger-Management (in $\text{Gg a}^{-1} \text{NH}_3\text{-N}$)
$E_{\text{NH}_3\text{-N, grazing}}$	Emission von $\text{NH}_3\text{-N}$ aus Weidegang (in $\text{Gg a}^{-1} \text{NH}_3\text{-N}$)
$E_{\text{NO-N, storage}}$	Emission von NO-N aus dem Wirtschaftsdünger-Lager (in $\text{Gg a}^{-1} \text{NO-N}$)
$E_{\text{NO-N, application}}$	Emission von NO-N infolge von Wirtschaftsdünger-Ausbringung (in $\text{Gg a}^{-1} \text{NO-N}$)
$E_{\text{NO-N, grazing}}$	Emission von NO-N infolge von N-Ausscheidung auf der Weide (in $\text{Gg a}^{-1} \text{NO-N}$)
m_{excr}	in der Tierhaltung (einschließlich Weidegang) ausgeschiedene N-Menge (in $\text{Gg a}^{-1} \text{N}$)
m_{straw}	in der Tierhaltung durch Einstreu (Stroh) eingebrachte N-Menge (in $\text{Gg a}^{-1} \text{N}$)

Aufgrund der zeitlich variierenden Eingangsdaten ist $\text{Frac}_{\text{GASM, Germany}}$ keine Konstante.

Wegen der oben genannten Unterschiede in den $\text{Frac}_{\text{GASM}}$ -Definitionen ist es nicht möglich, durch Einsetzen von $\text{Frac}_{\text{GASM, Germany}}$ in Gleichung 9 aus IPCC (1996b)-4.112 die im deutschen Inventar berichteten indirekten $\text{N}_2\text{O-}$ Emissionen (CRF-4.Ds1.3.1) nachzuvollziehen.

Zu den Ergebnissen für $\text{Frac}_{\text{GASF}}$ und $\text{Frac}_{\text{GASM, Germany}}$ siehe Kapitel 6.5.2.2.

6.5.2.1.8 Die übrigen Frac-Verhältnisgrößen

Die nachstehend beschriebenen Frac-Größen sind wie $\text{Frac}_{\text{GASF}}$ und $\text{Frac}_{\text{GASM}}$ (s. Kapitel 6.5.2.1.7) reine Diagnose-Größen, die nicht zur Emissionsberechnung verwendet werden.

$\text{Frac}_{\text{BURN}}$ wird nicht berichtet (NO), da das Verbrennen von Ernterückständen auf dem Feld in Deutschland untersagt ist.

$\text{Frac}_{\text{FUEL}}$ wird nicht berichtet (NO), da die Verwendung von Tierexkrementen als Brennstoffmaterial in Deutschland keine Bedeutung hat.

$\text{Frac}_{\text{GRAZ}}$ wird entsprechend der Definition in CRF-4.Ds2 als Verhältnis von beim Weidegang ausgeschiedenen N zur Gesamtausscheidung von N berechnet.

$\text{Frac}_{\text{LEACH}}$ gibt den relativen Anteil des N-Eintrags in Böden an, der durch Auswaschung und Oberflächenabfluss verloren geht. Für $\text{Frac}_{\text{LEACH}}$ wird im deutschen Inventar nach IPCC (1996b), S. 4.106 ein konstanter Wert von $0,30 \text{ kg kg}^{-1} \text{N}$ angesetzt.

$\text{Frac}_{\text{NCRBF}}$ beschreibt den N-Anteil an der Trockenmasse von N-fixierenden Pflanzen. Er wird als gewichtetes Mittel aus den Beiträgen von Futtererbsen, Ackerbohnen, Gelblupinen, Klee, kleeartige Gemische, Luzerne, Gemüseerbsen, Buschbohnen und Stangenbohnen

berechnet. Gegenüber dem NIR 2011 wurde die Berechnungsmethode für $Frac_{NCRBF}$ modifiziert: Es wird nun der N-Gehalt der ganzen Pflanze einschließlich des Ernteguts zugrunde gelegt, während die frühere Berechnungsmethode nur die Ernterückstände berücksichtigte.

$Frac_{NCR0}$ beschreibt den N-Anteil an der Trockenmasse von nicht-N-fixierenden Pflanzen (gewichtetes Mittel aus Ackerbau- und Gartenbau). Gegenüber dem NIR 2011 wurde die Berechnungsmethode für $Frac_{NCR0}$ analog zur Berechnungsmethode für $Frac_{NCRBF}$ modifiziert.

$Frac_R$ bzw. $Frac_{Remove}$ wird 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 wird im deutschen Inventar für Getreide, Raps, Erbsen, Bohnen, Lupinen und Gräser berechnet. Hackfrüchte und Gemüse werden nicht berücksichtigt, letztere wegen unzureichender Datengrundlage. Die Strohmenen, die als Einstreu dienen (Kapitel 6.1.3.2.5), gehen ebenfalls nicht in die Berechnung von $Frac_R$ bzw. $Frac_{Remove}$ ein.

Zu den Ergebnissen der vorgenannten Frac-Größen siehe Kapitel 6.5.2.2.

6.5.2.2 Aktivitätsdaten und zusätzliche Informationen (4.D)

Die nachfolgenden Tabellen listen Aktivitätsdaten und zusätzliche Informationen auf, die der Berechnung von direkten und indirekten N_2O -Emissionen aus dem Bereich landwirtschaftlich genutzter Böden zugrunde liegen.

Tabelle 182 gibt die Aktivitätsdaten zur Berechnung der direkten N_2O -Emissionen wieder. Zur Bestimmung dieser Aktivitätsdaten siehe Kapitel 6.5.2.1.2.

Die Zeitreihe der Fläche der organischen Böden, siehe Tabelle 183, wurde konsistent mit dem LULUCF-Sektor gegenüber dem NIR 2011 aktualisiert (vgl. CRF 5.B - Kapitel 7.3 und CRF 5.C - Kapitel 7.4). Die Fläche der organischen Böden setzt sich zusammen aus den Daten in CRF-Tabelle 5B, Zelle D10 (Cropland), und CRF-Tabelle 5C, Zelle D10 (Grassland), wobei vom Wert in Zelle D 10 die Werte der Zellen D 13, 14, 19, 22, 25, 27, 30, 33 (Woody grassland) abgezogen werden müssen; von dieser Fläche werden zusätzlich 16.786 ha subtrahiert: diese stellen nicht gedraintes Grasland auf organischen Böden dar. Die so ermittelte Fläche repräsentiert die Gesamtfläche der landwirtschaftlich genutzten, gedrainten Böden, für die im Sektor Landwirtschaft die N_2O -Emissionen berechnet werden.

Tabelle 182: Der direkten N₂O-Berechnung 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	2089,3	1943,3	1863,1	1744,9	1552,9	1720,8	1702,7	1689,9	1718,2	1827,7
Wirtschaftsdünger	899,7	808,5	798,1	796,4	810,8	808,8	815,5	799,0	802,1	795,8
Weidegang	207,3	192,5	191,5	194,1	167,2	171,4	173,9	169,1	166,7	166,6
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	841,4	802,4	727,6	802,1	740,0	785,2	813,9	855,8	858,2	867,7
[Gg a ⁻¹ N]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Mineraldünger	1935,9	1768,3	1713,9	1710,8	1747,6	1704,1	1705,6	1525,9	1728,8	1467,3
Wirtschaftsdünger	788,2	801,9	785,9	780,8	766,2	771,1	759,0	770,4	774,2	780,0
Weidegang	162,5	162,3	154,2	150,5	146,1	143,5	139,5	139	139,7	139,3
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	91,8	94,7	92,7	83,2	76,4	78,3
Ernterückstände	851,9	882,0	829,0	728,7	933,4	890,9	828,9	890,7	956,7	999,9
[Gg a ⁻¹ N]	2010									
Mineraldünger	1499,3									
Wirtschaftsdünger	768,7									
Weidegang	137,0									
Klärschlämme	27,9									
N-Fixierung, Leguminosen	77,0									
Ernterückstände	905,5									

Tabelle 183: Der direkten N₂O-Berechnung zugrunde liegende Fläche der bewirtschafteten organischen Böden in NIR 2012 und NIR 2011 (4.Ds1.1.5)

[1000 ha]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
org. Böden 2012	1235	1236	1237	1237	1238	1239	1239	1240	1241	1241
org. Böden 2011	1325	1324	1323	1322	1321	1320	1320	1319	1318	1317
[1000 ha]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
org. Böden 2012	1242	1241	1239	1238	1237	1235	1234	1233	1232	1231
org. Böden 2011	1316	1314	1311	1309	1306	1303	1298	1293	1286	1287
[1000 ha]	2010									
org. Böden 2012	1230									
org. Böden 2011										

Die NH₃- und NO-Emissionen, die der Berechnung der indirekten N₂O-Emission infolge von Deposition reaktiven Stickstoffs zugrunde liegen, werden summarisch in Tabelle 184 wiedergegeben. Daraus lässt sich durch Multiplikation mit 14/17 bei NH₃ und 14/30 bei NO die der N₂O-Berechnung zugrunde liegende Menge an reaktivem Stickstoff berechnen, siehe Tabelle 185.

Tabelle 184: 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

[Gg a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E_{NH_3}	662,8	595,7	584,5	583,6	555,8	559,5	562,4	553,3	557,5	556,1
E_{NO}	89,7	82,5	79,9	76,8	71,3	75,8	75,6	74,6	75,4	78,1
[Gg a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
E_{NH_3}	551,7	560,9	548,7	544,5	537,6	531,0	526,5	528,8	530,7	540,4
E_{NO}	80,6	76,7	74,5	74,2	74,6	73,4	73,0	68,6	74,0	67,5
[Gg a ⁻¹]	2010									
E_{NH_3}	513,5									
E_{NO}	67,6									

Tabelle 185: N_2O 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}	587,7	529,0	518,6	516,5	491,0	496,1	498,5	490,5	494,3	494,5
[Gg a ⁻¹ N]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
N_{reac}	491,9	497,7	486,6	483,1	477,5	471,6	467,6	467,4	471,6	476,6
[Gg a ⁻¹ N]	2010									
N_{reac}	454,4									

Tabelle 186: 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}	1116,7	1029,6	980,8	970,5	900,4	961,0	967,1	971,0	980,9	1008,8
[Gg a ⁻¹ N]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
N_{leach}	1027,6	995,5	958,9	928,8	986,8	965,1	944,1	913,4	984,3	928,3
[Gg a ⁻¹ N]	2010									
N_{leach}	907,7									

Für die Verhältnissgrößen (*Frac*-Größen, siehe Kapitel 6.5.2.1.7 und 6.5.2.1.8) wurden im deutschen Inventar die nachfolgend tabellierten Zeitreihen berechnet. Zur Definition von *Frac*_{GASM, Germany} siehe Kapitel 6.5.2.1.7. Die Größen *Frac*_{BURN} und *Frac*_{FUEL} sind für das deutsche Inventar ohne Bedeutung (NO). Der Wert von *Frac*_{LEACH} beträgt über den gesamten Berichtszeitraum konstant 0,3.

Tabelle 187: $Frac_{GASF}$ (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									
$Frac_{GASF}$	0,044									

Tabelle 188: $Frac_{GASM, Germany}$ (4.Ds2)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
$Frac_{GASM, Germany}$	0,316	0,314	0,314	0,312	0,305	0,303	0,302	0,303	0,303	0,302
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$Frac_{GASM, Germany}$	0,302	0,301	0,301	0,302	0,301	0,301	0,300	0,300	0,299	0,298
	2010									
$Frac_{GASM, Germany}$	0,296									

Tabelle 189: $Frac_{GRAZ}$ (4.Ds2)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
$Frac_{GRAZ}$	0,131	0,135	0,136	0,138	0,121	0,124	0,125	0,124	0,122	0,123
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$Frac_{GRAZ}$	0,121	0,12	0,117	0,115	0,114	0,112	0,111	0,109	0,109	0,108
	2010									
$Frac_{GRAZ}$	0,108									

Tabelle 190: $Frac_{NCRBF}$ (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									
$Frac_{NCRBF}$	0,0434									

Tabelle 191: $Frac_{NCR0}$ (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									
$Frac_{NCR0}$	0,0232									

Tabelle 192: $Frac_R$ ($Frac_{Remove}$) (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									
$Frac_R$	0,63									

Veränderungen bei $Frac_{NCR0}$ und $Frac_{NCRBF}$ im Vergleich zum NIR 2011 gehen auf die Modifikation der Berechnungsmethode zurück, siehe Kapitel 6.5.2.1.8.

$Frac_R$ ($Frac_{Remove}$) ist im vorliegenden NIR 2012 höher als im NIR 2011, was wie folgt begründet ist: Hinsichtlich der Ernteabfuhr wurde Silomais bis NIR 2011 fälschlich wie Körnermais behandelt, d. h. ohne Abfuhr der grünen oberirdischen Biomasse. Ab der

vorliegenden Submission wird korrekt die gesamte oberirdische Biomasse von Silomais als Erntegut abgezogen. Berechnete Emissionen aus dem Bereich landwirtschaftlich genutzter Böden (4.D)

6.5.2.3 Berechnete Emissionen aus dem Bereich landwirtschaftlich genutzter Böden (4.D)

Die Ergebnisse der N₂O- und NO-Emissionsberechnungen sind in Tabelle 193 dargestellt.

Tabelle 193: N₂O- und NO-Emissionen E_{N_2O} und E_{NO} aus landwirtschaftlich genutzten Böden (4s1, 4s2)

[Gg a ⁻¹ N ₂ O], [Gg a ⁻¹ NO]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E_{N_2O}	153,7	142,8	137,1	135,9	127,3	134,2	135,0	135,3	136,4	139,6
E_{NO}	88,6	81,5	78,9	75,8	70,3	74,8	74,5	73,6	74,4	77,1
[Gg a ⁻¹ N ₂ O], [Gg a ⁻¹ NO]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
E_{N_2O}	141,6	138,1	133,6	130,1	136,5	133,9	131,4	127,9	136,0	129,7
E_{NO}	79,6	75,7	73,5	73,2	73,6	72,4	72,0	67,6	73,0	66,5
[Gg a ⁻¹ N ₂ O], [Gg a ⁻¹ NO]	2010									
E_{N_2O}	127,0									
E_{NO}	66,6									

Deutlich zu erkennen ist in Tabelle 193 die Abnahme der N₂O-Emissionen von 1990 zu 1992. Danach schwanken die N₂O-Emissionen um einen Mittelwert von 135,4 Gg a⁻¹ N₂O. Das Maximum der Emissionen trat mit 153,7 Gg a⁻¹ N₂O im Jahr 1990 auf, das Minimum von 127,0 Gg a⁻¹ N₂O ist im Jahr 2010 zu verzeichnen. 2010 ist ein Anteil von 22,7 % der N₂O-Emissionen aus Böden dem Einsatz von Mineraldüngern zuzuordnen, 13,7 % den Ernterückständen, 11,6 % der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern, 11,9 % der Bewirtschaftung organischer Böden und 27,4 % den indirekten Emissionen als Folge von Auswaschung und Oberflächenabfluss. Der Rest setzt sich aus Weidegang, Klärschlamm, Leguminosen, und den indirekten Emissionen als Folge der Deposition reaktiver N-Spezies zusammen. Die Zeitreihen der N₂O-Emissionen aus den verschiedenen Teilquellen sind in Tabelle 197 wiedergegeben.

6.5.2.4 Die effektiven Emissionsfaktoren (IEF) (4.D)

Für die N₂O-Gesamtemission aus dem Bereich landwirtschaftlich genutzter Böden kann kein effektiver Emissionsfaktor (IEF) berechnet werden, da den verschiedenen N₂O-Teilemissionen unterschiedliche Arten von Aktivitätsdaten zugrunde liegen.

Hinsichtlich der den Teilemissionen zuzuordnenden jeweiligen Emissionsfaktoren wird auf Kapitel 6.5.2 verwiesen. Ein internationaler Vergleich erfolgt in Kapitel 6.5.3.

6.5.3 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.D)

Kapitel 6.1.5 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 2012 verwendeten N₂O-Emissionsfaktoren mit den letztjährigen Daten benachbarter Staaten einschließlich des Vereinigten Königreiches (UNFCCC 2011). Mit wenigen

Ausnahmen verwenden alle aufgeführten Staaten die Default-Emissionsfaktoren von IPCC(1996b).

Tabelle 194: Vergleich der im deutschen Inventar verwendeten N₂O-Emissionsfaktoren mit denen benachbarter Staaten

[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	8,00	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	0,0200	0,010	0,0250
Niederlande	0,0130	0,0093	0,0100	0,0100	4,70	0,0336	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	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	8,00	0,0200	0,010	0,0250
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 2012; andere Länder: UNFCCC 2011

In Tabelle 195 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 6.5.2.1.7 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 auch im Prinzip auch auf *Frac*_{NCR0}, *Frac*_{NCRBF} und *Frac*_R zu, wobei Deutschland diese Größen aus dem zur Emissionsberechnung verwendeten Datenmaterial berechnet.

Tabelle 195: Vergleich der im deutschen Inventar verwendeten *Frac*-Größen mit denen benachbarter Staaten (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)

[kg kg ⁻¹]	<i>Frac</i> _{GASF}	<i>Frac</i> _{GASM}	<i>Frac</i> _{GRAZ}	<i>Frac</i> _{LEACH}	<i>Frac</i> _{NCR0}	<i>Frac</i> _{NCRBF}	<i>Frac</i> _{Remove}
Österreich	0,04	0,27	0,06	0,30	0,01	0,03	0,34
Belgien	0,03	0,31	0,31	0,12	0,02	0,03	0,49
Tschechische Republik	0,10	0,20	0,21	0,30	0,02	0,03	0,45
Dänemark	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Frankreich	0,10	0,20	0,41	0,30	0,01	0,03	NA
Deutschland	0,04	0,30¹⁾	0,11	0,30	0,02	0,04	0,63
Niederlande	0,05	0,10	0,16	0,12	NE	NE	NE
Polen	0,10	0,20	0,07	0,30	0,01	0,03	0,44
Schweiz	0,04	0,33	0,19	0,20	0,02	0,02	0,70
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	Gleichung 11.5	0,30	Gleichung 11.6	Gleichung 11.6	Gleichung 11.6

¹⁾ *Frac*_{GASM}, Germany nach Kapitel 6.5.2.1.7

Quelle: Deutschland für 2010: Submission 2012; andere Länder für 2009: UNFCCC 2011

6.5.4 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz(4.D)

Hinsichtlich der Unsicherheiten der N₂O-Emissionen im Bereich der landwirtschaftlich genutzten Böden wird auf Tabelle 133 in Kapitel 6.1.4 (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 finden sich in EMEP (2009) keine Angaben. Nach EMEP (2003)-1020-15 wird ein Unsicherheitsfaktor von 5 und mehr für möglich erachtet.

Alle Emissionszeitreihen sind konsistent, da sie für alle Jahre des Berichtszeitraumes jeweils mit dergleichen Methode berechnet wurden und die Eingangsdaten ebenfalls konsistent sind.

6.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (4.D)

Im Vergleich zum NIR 2011 haben sich im Wesentlichen die folgenden Veränderungen ergeben (siehe auch Tabelle 196 und Tabelle 197):

- Die in Kapitel 6.1.3.3 beschriebenen Aktualisierungen von Tiermodellen und Futterkennwerten führten zu einer Abnahme der Gesamt-N-Ausscheidungen gegenüber dem NIR 2011 (siehe Kontext zu Tabelle 192 in Kapitel 6.1.3.2.3). Als direkte Folge haben die durch Wirtschaftsdünger-Ausbringung und Weidegang in den Boden gelangenden N-Mengen gegenüber dem NIR 2011 abgenommen. Dies führt zu entsprechend verringerten N₂O-Emissionen.

- Die der N_2O -Berechnung zugrunde liegenden N-Mengen, die aus Ernterückständen stammen, sind im NIR 2012 durchgehend niedriger als im NIR 2011. Der Grund dafür liegt in einer Korrektur beim Silomais (siehe Kapitel 6.5.2.2). Als Folge der niedrigeren N-Mengen aus Ernterückständen ergeben sich entsprechend verringerte N_2O -Emissionen.
- Die N_2O -Emissionen aus der Bewirtschaftung organischer Böden sind im vorliegenden NIR 2012 für alle Jahre des Berichtszeitraumes niedriger als im NIR 2011. Der Grund dafür liegt in einer Aktualisierung der Zeitreihe der Flächen der organischen Böden (siehe Kapitel 6.5.2.2)
- Bei der biologischen N-Fixierung wurde für das Jahr 2009 in Sachsen-Anhalt ein Übertragungsfehler bei der Anbaufläche von Frischerbsen korrigiert. Daraus resultieren eine geringfügig niedrigere N-Fixierung und ein entsprechender Rückgang der N_2O -Emissionen im Vergleich zum NIR 2011.
- Die aktuell berichteten Mengen an deponiertem reaktivem Stickstoff sind geringer als die im NIR 2011 berichteten Mengen. Dies liegt an verringerten Emissionen von NH_3 und NO aufgrund von aktualisierten verringerten tierischen N-Ausscheidungen (siehe Kapitel 6.1.3.2.3 und 6.1.3.3), neuen Aktivitätsdaten zu Stall- und Lagersystemen und Wirtschaftsdüngerausbringung, zusätzlichen NH_3 -Minderungsmaßnahmen sowie Neueinschätzung, dass NO-Emissionen aus Leguminosen und Ernterückständen nicht auftreten (siehe Kapitel 6.5.2.1.3). Als Folge ergeben sich entsprechend verringerte N_2O -Emissionen.
- Die durch Auswaschung und Oberflächenabfluss bedingten N-Verluste aus dem Boden sind im NIR 2012 für alle Jahre der Zeitreihe niedriger als im NIR 2011. Der Grund dafür liegt in der verringerten Gesamtzufuhr von N in den Boden durch Wirtschaftsdünger-Ausbringung und Ernterückstände (siehe oben). Eine geringfügige Teilkompensation ergibt sich aus der verstärkten N-Zufuhr in den Boden aufgrund des Wegfalls der Berechnung von NO-Emissionen für Leguminosen und Ernterückstände (siehe Kapitel 6.5.2.1.3). Insgesamt ergeben sich verringerte N_2O -Emissionen gegenüber dem NIR 2011.
- Beim Klärschlamm unterscheiden sich die in NIR 2011 und 2012 berichteten Daten lediglich für die Jahre 2007 und 2009, was in der Aktualisierung der für diese Jahre eingesetzten Klärschlamm-Mengen begründet ist.
- Die Zeitreihen der Mineraldünger-N-Mengen und der daraus resultierenden N_2O -Emissionen blieben unverändert, wie Tabelle 196 und Tabelle 197 zeigen.

Als Resultat der oben beschriebenen Veränderungen gehen die N_2O -Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden gegenüber dem NIR 2011 in allen Jahren des Berichtszeitraumes zurück (1990: -4,1 %, 2009: -7,1 %).

Tabelle 196: Vergleich der 2011 und 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 2012	2089,3	1943,3	1863,1	1744,9	1552,9	1720,8	1702,7	1689,9	1718,2	1827,7
Mineraldünger 2011	2089,3	1943,3	1863,1	1744,9	1552,9	1720,8	1702,7	1689,9	1718,2	1827,7
Wirtschaftsdünger 2012	913,6	821,0	810,5	808,6	823,1	821,0	827,8	811,1	814,2	807,8
Wirtschaftsdünger 2011	935,9	842,2	828,1	826,0	842,8	841,3	849,0	835,6	838,0	830,2
Weidegang 2012	206,4	191,7	190,7	192,9	166,7	170,8	173,3	168,6	166,2	166,1
Weidegang 2011	212,1	198,6	200,9	204,1	176,1	180,6	184,2	180,4	178,3	177,6
Ernterückstände 2012	841,4	802,4	727,6	802,1	740,0	785,2	813,9	855,8	858,2	867,7
Ernterückstände 2011	1028,9	981,8	899,4	1012,1	904,7	956,9	1017,8	1055,4	1047,6	1052,7
N-Fixierung 2012	140,4	102,8	87,0	91,6	93,2	95,6	98,9	106,8	115,6	107,7
N-Fixierung 2011	140,4	102,8	87,0	91,6	93,2	95,6	98,9	106,8	115,6	107,7
Indirekt, Deposition 2012	587,7	529,0	518,6	516,5	491,0	496,1	498,5	490,5	494,3	494,5
Indirekt, Deposition 2011	604,0	545,4	531,1	530,3	506,6	512,9	517,3	512,2	515,6	514,9
Ind., Auswaschung 2012	1116,7	1029,6	980,8	970,5	900,4	961,0	967,1	971,0	980,9	1008,8
Ind., Auswaschung 2011	1170,5	1081,5	1030,7	1030,5	948,9	1011,4	1026,4	1030,3	1037,3	1063,6
Klärschlamm 2012	27,4	27,4	26,2	26,2	26,2	35,3	35,3	34,1	31,6	31,5
Klärschlamm 2011	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 2012	1935,9	1768,3	1713,9	1710,8	1747,6	1704,1	1705,6	1525,9	1728,8	1467,3
Mineraldünger 2011	1935,9	1768,3	1713,9	1710,8	1747,6	1704,1	1705,6	1525,9	1728,8	1467,3
Wirtschaftsdünger 2012	800,0	813,9	797,6	792,4	777,6	782,5	770,2	781,7	785,6	791,4
Wirtschaftsdünger 2011	817,4	828,9	808,9	806,5	790,4	794,7	777,8	790,8	798,0	802,5
Weidegang 2012	162,0	161,9	153,7	150,1	145,7	143,1	139,2	138,7	139,3	139,0
Weidegang 2011	174,7	176,8	170,4	168,6	165,5	164,5	160,5	160,6	162,3	161,8
Ernterückstände 2012	851,9	882,0	829,0	728,7	933,4	890,9	828,9	890,7	956,7	999,9
Ernterückstände 2011	1036,9	1060,6	1011,8	889,8	1133,3	1101,8	1024,7	1147,4	1220,6	1273,5
N-Fixierung 2012	95,6	102,3	97,5	95,5	91,8	94,7	92,7	83,2	76,4	78,3
N-Fixierung 2011	95,6	102,3	97,5	95,5	91,8	94,7	92,7	83,2	76,4	78,5
Indirekt, Deposition 2012	491,9	497,7	486,6	483,1	477,5	471,6	467,6	467,4	471,6	476,6
Indirekt, Deposition 2011	510,5	517,3	505,8	503,3	501,5	496,6	490,9	495,1	503,7	512,8
Ind., Auswaschung 2012	1027,6	995,5	958,9	928,8	986,8	965,1	944,1	913,4	984,3	928,3
Ind., Auswaschung 2011	1081,4	1047,4	1011,5	977,2	1045,0	1026,5	1000,5	985,7	1060,1	1006,1
Klärschlamm 2012	33,0	29,9	28,2	29,3	28,3	27,4	27,0	27,8	27,7	27,9
Klärschlamm 2011	33,0	29,9	28,2	29,3	28,3	27,4	27,0	26,0	27,7	27,7

Tabelle 197: Vergleich der 2011 und 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
EN₂₀ gesamt 2012	153,7	142,8	137,1	135,9	127,3	134,2	135,0	135,3	136,4	139,6
EN₂₀ gesamt 2011	161,5	150,3	144,3	144,3	134,3	141,5	143,3	143,6	144,5	147,4
Mineraldünger 2012	41,0	38,2	36,6	34,3	30,5	33,8	33,4	33,2	33,7	35,9
Mineraldünger 2011	41,0	38,2	36,6	34,3	30,5	33,8	33,4	33,2	33,7	35,9
Wirtschaftsdünger 2012	17,7	15,9	15,7	15,6	15,9	15,9	16,0	15,7	15,8	15,6
Wirtschaftsdünger 2011	18,1	16,3	16,0	16,0	16,3	16,3	16,4	16,2	16,2	16,1
Weidegang 2012	16,5	15,8	14,3	15,8	14,5	15,4	16,0	16,8	16,9	17,0
Weidegang 2011	20,2	19,3	17,7	19,9	17,8	18,8	20,0	20,7	20,6	20,7
Ernterückstände 2012	15,5	15,5	15,5	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6
Ernterückstände 2011	16,7	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6
Organische Böden 2012	6,5	6,0	6,0	6,1	5,3	5,4	5,5	5,3	5,2	5,2
Organische Böden 2011	6,7	6,3	6,3	6,4	5,6	5,7	5,8	5,7	5,6	5,6
N-Fixierung 2012	2,8	2,0	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,1	2,3	2,1
N-Fixierung 2011	2,8	2,0	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,1	2,3	2,1
Indirekt, Deposition 2012	9,2	8,3	8,1	8,1	7,7	7,8	7,8	7,7	7,8	7,8
Indirekt, Deposition 2011	9,5	8,6	8,3	8,3	8,0	8,1	8,1	8,0	8,1	8,1
Ind., Auswaschung 2012	43,9	40,4	38,5	38,1	35,4	37,8	38,0	38,1	38,5	39,6
Ind., Auswaschung 2011	46,0	42,5	40,5	40,5	37,3	39,7	40,3	40,5	40,7	41,8
Klärschlamm 2012	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6
Klärschlamm 2011	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
EN₂₀ gesamt 2012	141,6	138,1	133,6	130,1	136,5	133,9	131,4	127,9	136,0	129,7
EN₂₀ gesamt 2011	149,3	145,6	141,2	137,2	144,8	142,6	139,4	137,8	146,2	140,3
Mineraldünger 2012	38,0	34,7	33,7	33,6	34,3	33,5	33,5	30,0	34,0	28,8
Mineraldünger 2011	38,0	34,7	33,7	33,6	34,3	33,5	33,5	30,0	34,0	28,8
Wirtschaftsdünger 2012	15,5	15,8	15,4	15,3	15,1	15,1	14,9	15,1	15,2	15,3
Wirtschaftsdünger 2011	15,8	16,0	15,7	15,6	15,3	15,4	15,1	15,3	15,4	15,5
Weidegang 2012	16,7	17,3	16,3	14,3	18,3	17,5	16,3	17,5	18,8	19,6
Weidegang 2011	20,4	20,8	19,9	17,5	22,3	21,6	20,1	22,5	24,0	25,0
Ernterückstände 2012	15,6	15,6	15,6	15,6	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
Ernterückstände 2011	16,5	16,5	16,5	16,5	16,4	16,4	16,3	16,3	16,2	16,2
Organische Böden 2012	5,1	5,1	4,8	4,7	4,6	4,5	4,4	4,4	4,4	4,4
Organische Böden 2011	5,5	5,6	5,4	5,3	5,2	5,2	5,1	5,1	5,1	5,1
N-Fixierung 2012	1,9	2,0	1,9	1,9	1,8	1,9	1,8	1,6	1,5	1,5
N-Fixierung 2011	1,9	2,0	1,9	1,9	1,8	1,9	1,8	1,6	1,5	1,5
Indirekt, Deposition 2012	7,7	7,8	7,6	7,6	7,5	7,4	7,3	7,3	7,4	7,5
Indirekt, Deposition 2011	8,0	8,1	7,9	7,9	7,9	7,8	7,7	7,8	7,9	8,1
Ind., Auswaschung 2012	40,4	39,1	37,7	36,5	38,8	37,9	37,1	35,9	38,7	36,5
Ind., Auswaschung 2011	42,5	41,1	39,7	38,4	41,0	40,3	39,3	38,7	41,6	39,5
Klärschlamm 2012	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Klärschlamm 2011	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

6.5.6 Geplante Verbesserungen (4.D)

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.

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.

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 - 2010

Zur Quellgruppe 5 „Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft“ gehören in Deutschland die CO₂-Emissionen und Senken in den Kohlenstoffpools ober- und unterirdische Biomasse, Totholz, tote organische Substanz und Böden aus Wald (5.A), Acker (5.B), Grünland (5.C), Feuchtgebieten (5.D), Siedlungen (5.E) und den jeweiligen Landnutzungsänderung zu diesen Nutzungskategorien. In der Kategorie Übrige Flächen (5.F) treten keine anthropogenen Emissionen und Senken auf, da die Flächen nicht genutzt werden. Landnutzungsänderungen zu Übrigen Flächen finden nicht statt. In der Landnutzungskategorie Wald werden CH₄ und N₂O aus Waldbränden berücksichtigt. 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 berücksichtigt. 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 47 und Abbildung 48 geben für den vorliegenden NIR 2012 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 und Pools.

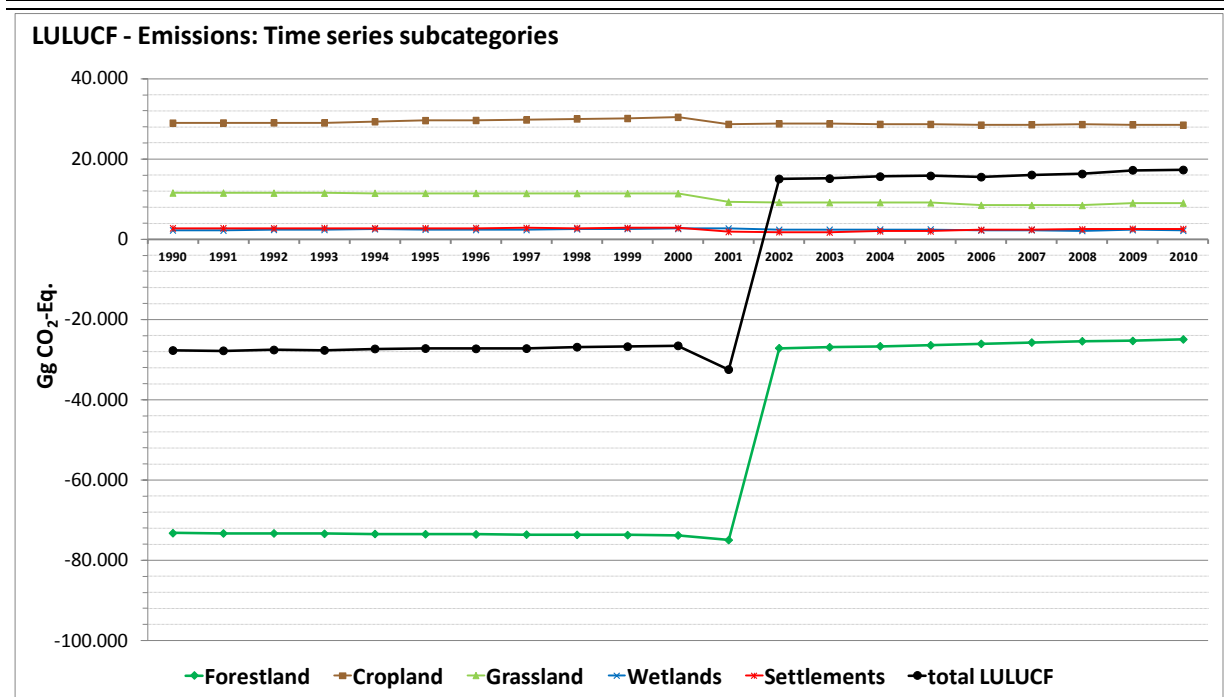


Abbildung 47: Zeitreihen der Treibhausgasemissionen und –senken [Gg CO₂-Equivalents] im LULUCF-Sektor seit 1990, unterschieden nach Unterkategorien

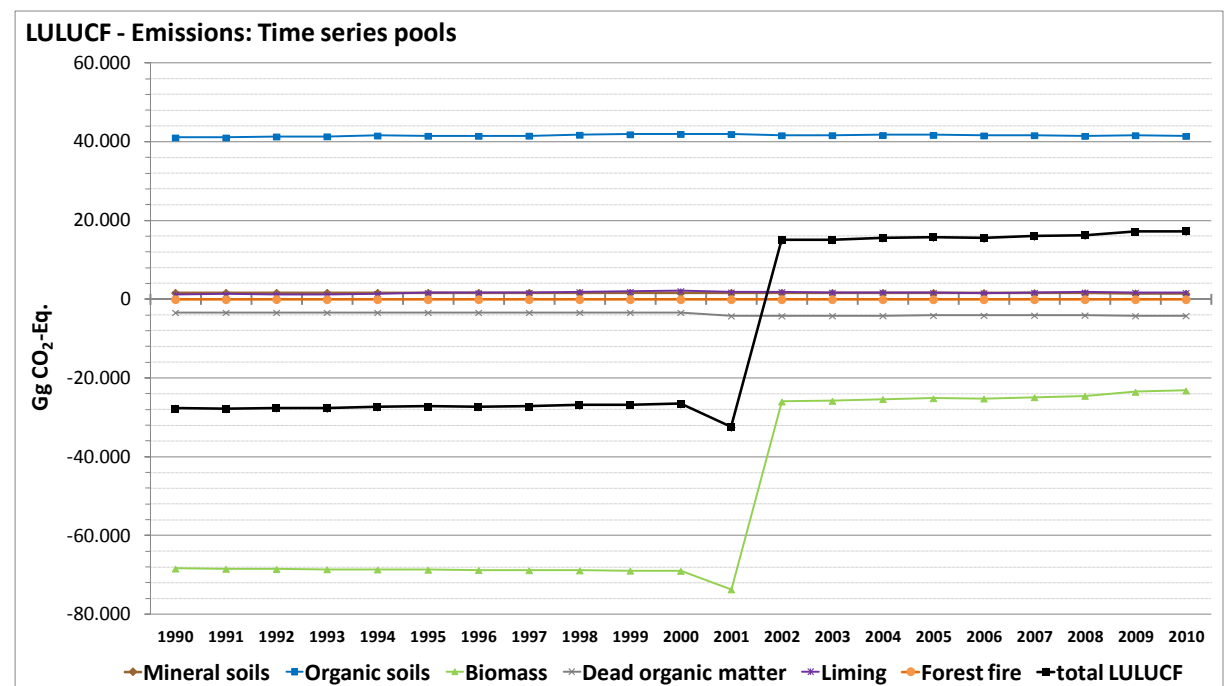


Abbildung 48: Zeitreihen der Treibhausgasemissionen und –senken [Gg CO₂-Equivalents] im LULUCF-Sektor seit 1990, unterschieden nach Quellgruppen

Erstmals wird mit diesem Bericht eine vollständige Berechnung der Unsicherheiten für den gesamten LULUCF-Sektor nach IPCC (2000) im Tier-1-Verfahren vorgelegt. Die Gesamtunsicherheit des deutschen LULUCF-Inventars beträgt demnach 21,8 %. 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 wurde die Berechnung im CRF Sektor 5 gegenüber den Vorjahren grundlegend verändert. Es wurden sämtliche im In-Country-Review 2010 (UNFCCC, 2011) geforderten und im Aktionsplan (FREIBAUER & GENSIO 2011) für 2012 angekündigten Veränderungen im deutschen Berichtssystem LULUCF zur Submission umgesetzt:

1. Zur Ausweisung der Landnutzung und Landnutzungsänderung in Deutschland wurde für das vorliegende Inventar LULUCF erstmalig ein flächendeckendes Stichprobenraster zur Ermittlung der Landnutzungsflächen seit 1990 angewandt. Es baut auf dem vorhandenen Netz der Stichprobeninventur im Forstbereich (BWI, siehe Kapitel 7.2.2.1) auf.
2. Bei allen Landnutzungsänderungen einschließlich der Kategorien 5.B – 5.E wurde eine Übergangszeit von 20 Jahren entsprechend den IPCC Richtlinien angewandt.
3. Die Emissionsfaktoren für Mineralböden bei Landnutzungsänderungen zu den Kategorien 5.B – 5.E wurden neu mit einem symmetrischen Ansatz und einer erweiterten Datengrundlage berechnet (die Zunahme der Kohlenstoffvorräte bei Landnutzungsänderung von Kategorie A zu B ist gleich der Abnahme der Kohlenstoffvorräte bei Landnutzungsänderung von Kategorie B zu A).
4. Zusätzlich konnten zahlreiche Emissionsfaktoren für Biomasse bei Landnutzungsänderungen zu den Kategorien 5.B–5.E verbessert werden, indem landesspezifische Daten aus Forschungsprojekten bzw. neuen Datenquellen abgeleitet wurden.
5. Die Grundlagen der neuen Methodik wurde in einem nationalen und einem internationalen Expertenworkshop im Mai 2011 vorgestellt und von den Teilnehmern als sehr gut geeignet eingestuft die Anforderungen zu erfüllen. (siehe Kapitel 19.5.5).

7.1.3 Methodische Erfassung der Landnutzungsmatrix

7.1.3.1 Einleitung

Im In-Country-Review 2010 (UNFCCC, 2011) wurden Empfehlungen zur Änderung der damaligen Methode zur Erfassung der Landnutzung und Landnutzungsänderungen gegeben, die Deutschland teilweise bereits in der Submission 2011 adressiert hat. Zusätzlich wird in dieser Submission die wesentliche Empfehlung der Reviewer adressiert und eine konsistente einheitliche Methodik zur Erfassung von Landnutzungsänderungen im LULUC-Sektor und der Forstwirtschaft eingeführt. Die Methodik erweitert das bisher verwendete 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 2012. Betrachtet man die Anforderungen an die Berichterstattung, so ist die Wahl des BWI 2012-Netzes für das stichprobenbasierte System optimal, da nur mit dem BWI-Netz eine in sich konsistente Landnutzungsmatrix zu erstellen ist,

- welche gleichzeitig konsistent mit den BWI-Waldflächenschätzungen und
- konsistent zu den BWI-Kohlenstoffvorratsänderungsschätzungen ist.

Den hohen qualitativen Ansprüchen vor allem unter dem KP-Reporting wird somit Rechnung getragen.

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 2010,
- 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 1). 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 ein möglichst aktuelles und hochauflösendes 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 Berichterstattungsstelle:

- Jährlicher Bezug des Basis-DLM für die jeweiligen Berichtsjahre (September)
- Archivierung der Version des jeweiligen Jahres

Die Basis-DLM-Datensätze liegen der Berichterstattungsstelle erst seit 2005 auf jährlicher Basis vor. Durch einen Zufall konnte noch ein Datensatz für das Jahr 2000 sichergestellt werden. 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. Mit diesem in dieser Submission eingeführten Verfahren der Datenprozessierung werden Mehrfachzählungen durch Überlagerungen und Datenlücken durch Polygone, die in eine falsche Ebene einsortiert wurden, vermieden. Dieses Verfahren wurde für das Basis-DLM aus den Jahren 2000, 2005, 2008 und 2010 durchgeführt. Die Kategorien des Basis-DLM werden über eine Schlüsseltabelle den LULUCF-Klassen zugeordnet.

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 Union 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.

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 vTI 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-Klassen in Landnutzungsklassen zu den Zeitpunkten 1990 und 2005 aufgeteilt.

7.1.3.2.2 *Ableiten der LULUCF-Informationen*

Anschließend werden jedem Stichprobenpunkt die vorhandenen Informationen bezüglich der Landnutzung pro Jahr und Datenquelle zugeordnet. Nun kann mit der Klassifizierung nach LULUCF-Klassen 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 Landnutzungsänderungsklasse 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-Klasse 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 2010 werden als aktuell und qualitätsgesichert eingeschätzt, da erstmals vollständig eine streng hierarchische Nomenklatur umgesetzt wurde. Alle anderen

Datensätze wurden auf Plausibilität der zugeordneten Landnutzungs Klasse in einem bestimmten Jahr anhand weiterer Daten nach folgenden Kriterien geprüft:

- Kann die Einordnung in eine LULUCF-Klasse mit Hilfe von Daten einer niedrigeren Qualitätsstufe nachvollzogen werden?
- Ist die Zeitreihe der Landnutzungskategorien des Stichprobenpunktes konsistent, d.h. treten keine Mehrfachwechsel der Landnutzung auf? Bei Inkonsistenzen wurde die Landnutzungsänderung in die gültige Kategorie von 2010 eingeordnet.
- Wurde die Einordnung in eine LULUCF-Klasse nachvollzogen, wurde bei Landnutzungsänderungen geprüft, ob die Daten niedrigerer Qualitätsstufen zur Eingrenzung des Veränderungszeitpunkts genutzt werden können.
- Als zusätzliches Kriterium wurde der nationale Trend der Landnutzungsänderungen (außer von und zu Wald) mit den nationalen Raten der Landnutzungsänderungen der periodischen Flächenerhebung und der Agrarstrukturerhebungen des Statistischen Bundesamtes verglichen. Die Erhebungen verwenden aber Definitionen für Landnutzungskategorien, 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 Landnutzungsänderung 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 Landnutzungskategorie 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 verfügbare Daten zum Zeitpunkt mit der BWI 1987 zur Verfügung stehen, wurden die Veränderungen aller Landnutzungskategorien 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 Landnutzungsmatrix.

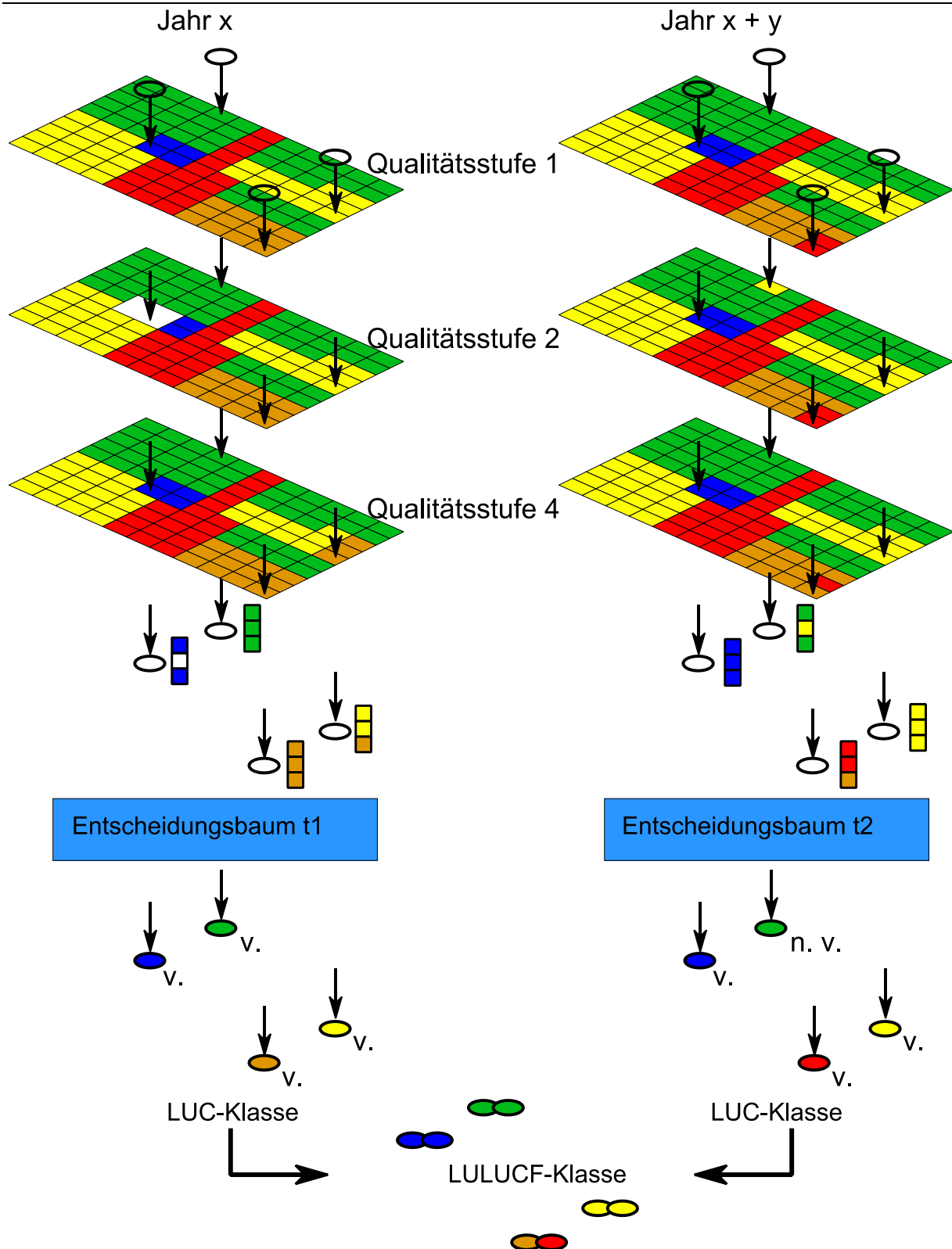


Abbildung 49: Schematische Darstellung der Zuordnung von Stichprobenpunkten zu einer Landnutzungskategorie

7.1.3.3 Validierung und Fehlerbetrachtungen

Mit Hilfe der Stichprobenmethode lassen sich verschiedenen Fehlerquellen, wie:

- der zusätzliche Stichprobenfehler,
- Definitionsunterschiede und

- von einander 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 198.

Tabelle 198: Anteile validierter Punktdaten

Jahr	1990	2000	2005	2008	2010
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-Klassifizierung 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) und dem für Waldinventur

zuständigen Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz im Frühjahr 2011 getroffen. So konnten im Jahr 2011 für die Berichterstattung 2012 erst die oben genannten national vorliegenden Datenquellen implementiert werden. 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 2010*

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 2010) eine Zuordnung zu einer Landnutzungskategorie in Abhängigkeit der Qualitätsstufen vorgenommen werden. Die Basis-Tabelle ist wie folgt aufgebaut:

Tabelle 199: Basis zur Ableitung der Landnutzungen

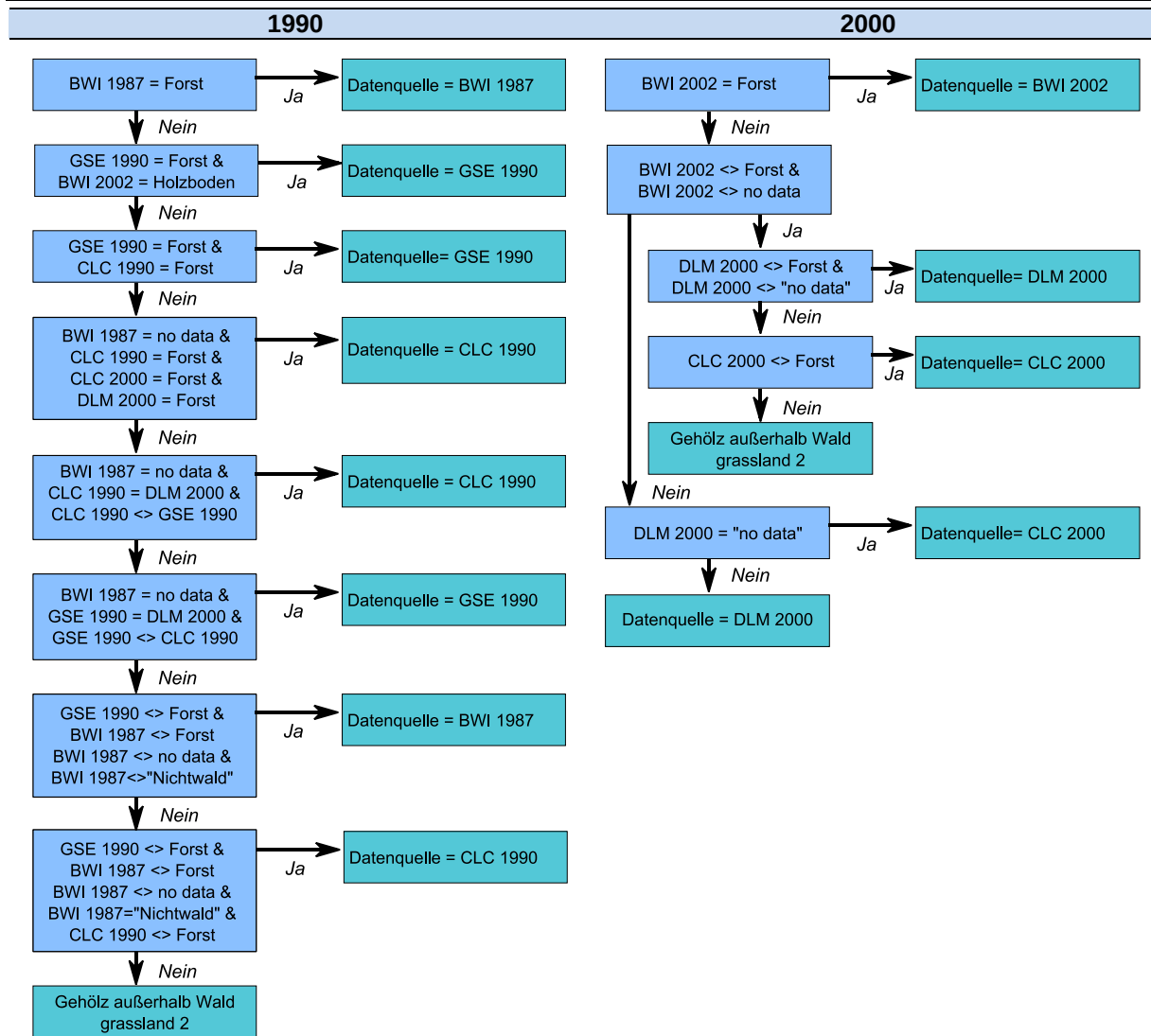
Trakt	Traktpoint	BWI 1987	BWI 2002	BWI 2008	DLM 2000	DLM 2005	DLM 2008	DLM 2010	CORINE 1990	CORINE 2000	CORINE 2006	GSE 1990	GSE 2005
xya	1	forl	sett	sett	forl	sett	sett	sett	forl	gras	sett	gse0	gse0

wobei für die Landnutzungsklassen in den Datensätzen der BWI, des Basis-DLM, Corine und GSE folgende Kodierungen verwendet wurden:

Tabelle 200: Kodierungen in der Basistabelle

Kodierung	Kategorie	Subkategorie
crop	Acker	Acker
gra1	Grünland	Dauergrünland
gra2	Grünland	sonstiges Grünland, Gehölze
forl	Wald	Wald
wetl	Feuchtgebiet	Feuchtgebiet
gewa	Feuchtgebiet	Gewässer
sett	Siedlung	Siedlung
othl	Übrige Fläche	Übrige Fläche
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
dlm0	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 2010 folgende Entscheidungsbäume (siehe folgende Abbildung 50) angewandt.



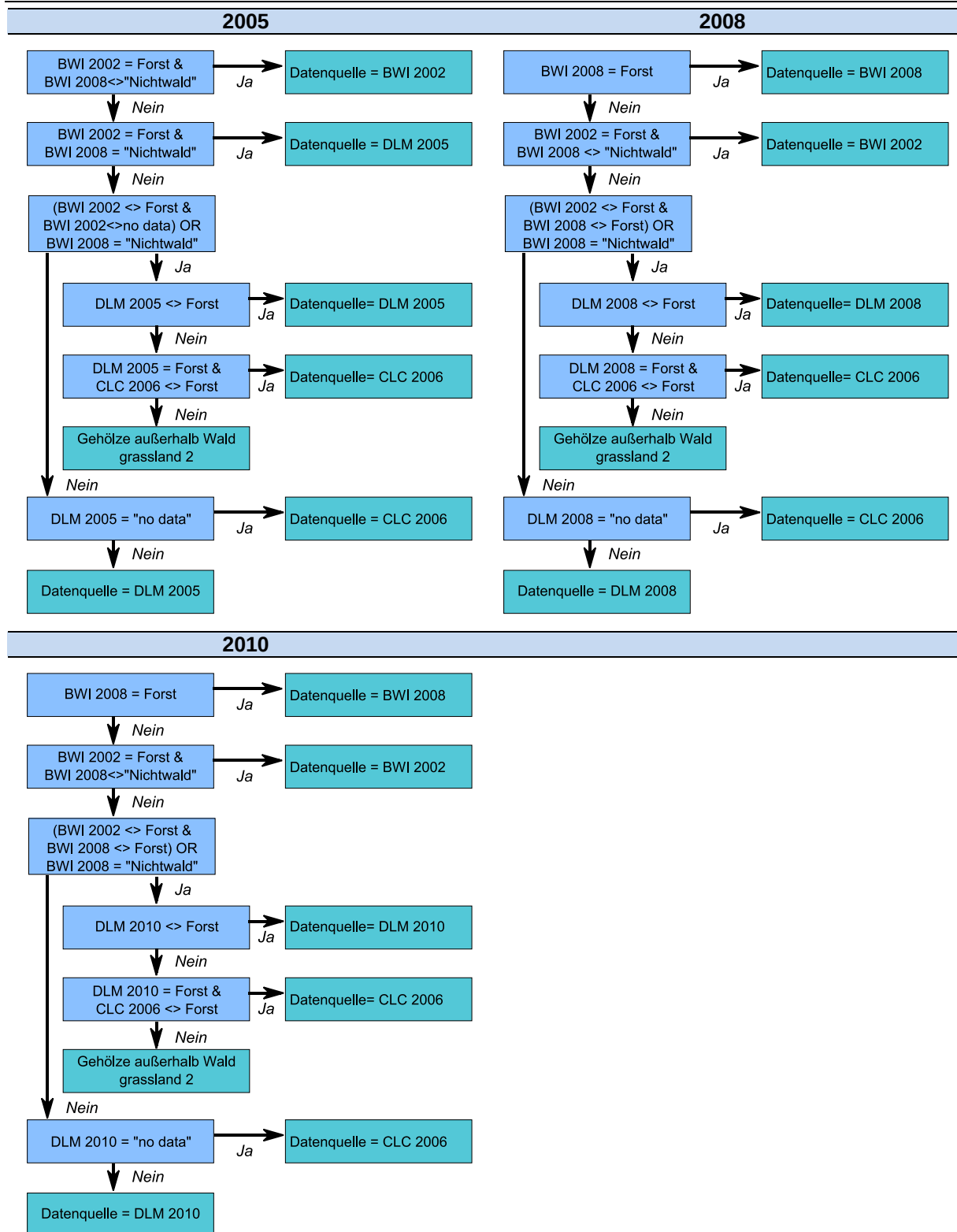


Abbildung 50: Entscheidungsbäume für die Jahre 1990, 2000, 2005, 2008, 2010

Durch die Anwendung der Entscheidungsbäume resultiert eine weitere Tabelle mit den wahrscheinlichsten Landnutzungen pro Stichprobenpunkt und Jahr (1990, 2000, 2005, 2008 und 2010) 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 201: Wahrscheinlichste Landnutzung und deren Datenquelle

Trakt	Traktpoint	LU 1990	LU 2000	LU 2005	LU 2008	LU 2010	DB 1990	DB 2000	DB 2005	DB 2008	DB 2010
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, 2008-2010) 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 (1990-2010), 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 jährlichen Änderungsdaten zur Verfügung. Stattdessen ist der Beobachtungszeitraum aufgeteilt in unterschiedlich lange Veränderungsperioden (1990-2000, 2000-2005, 2005-2008, 2008-2010), 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 202) inklusive einer 20-jährigen Transition Time seit 1970 ist konform zur Berichterstattung nach der Klimarahmenkonvention nach IPCC GPG 2003. Tabelle 203 zeigt beispielhaft die komplette detaillierte Landnutzungsmatrix für das Jahr 2010.

Zur Erfassung der Landnutzungsänderungen nach dem Kyoto-Protokoll werden auf der gleichen Datengrundlage Landnutzungsänderungen erst ab 1990 berücksichtigt und in der Änderungskategorie auch über 20 Jahre hinaus akkumuliert.

Tabelle 202: 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	10.557,93	375,80	13.564,87	662,84	5.858,89	412,65	559,94	89,96	2.920,32	737,71	38,72	0,00
2010	10.584,98	348,86	13.567,21	635,61	5.861,25	408,09	563,19	90,92	2.936,16	745,01	38,37	0,00

Tabelle 203: Landnutzungsmatrix 2010. Die Diagonale zeigt die Fläche in verbleibender Nutzung, die anderen Felder die jeweiligen Landnutzungsänderungen von 2009 zu 2010 (einschließlich 20-jähriger Übergangszeiten)

Initial\Final	Landnutzungsmatrix 2010: Flächen [kha]							
	Wald	Acker	Grünland	Grünland Gehölze	Feucht- gebiete	Gewässer	Siedlungen	Sonstiges Land
Wald	10.584,98	46,15	50,66	43,83	1,89	5,79	33,34	0
Acker	121,48	13.567,21	0	113,16	1,70	29,38	564,34	0
Grünland	104,99	422,41	5.374,81	44,40	8,21	15,18	112,82	0
GrünlandGehölze	56,57	57,47	68,22	373,82	0,80	4,30	19,60	0
Feuchtgebiete	14,76	2,50	8,50	0,30	53,45	1,19	8,87	0
Gewässer	1,10	1,40	9,49	0,70	0,30	508,25	2,73	0
Siedlungen	46,48	104,68	136,08	28,83	0	23,07	2.936,16	0
Sonstiges Land	3,48	1,00	14,04	2,49	0,40	0,20	3,29	38,37
Σ Zunahme	348,86	635,61	286,99	233,71	13,30	79,11	744,99	0
Σ Abnahme	181,66	830,06	708,01	206,96	36,12	15,72	339,14	24,90
Bilanz	167,20	-194,45	-421,02	26,75	-22,82	63,39	405,85	-24,90
Σ Landnutzungskategorie	10.933,84	14.202,82	5.661,81	607,54	66,75	587,36	3.681,16	38,37
Fläche Deutschland	35.779,63							

7.1.4 Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien

Deutschland berichtet nunmehr in acht LULUCF-Kategorien (vgl. Kapitel 7.1.3). Gegenüber dem Vorjahr wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Aggregation der Kategorie Acker in eine Kategorie. Sonder- und Dauerkulturen werden anteilig berechnet, aber nicht mehr als Unterkategorie ausgewiesen, weil keine konsistenten georeferenzierten Flächendaten seit 1990 verfügbar sind.
- Unterteilung der Kategorie Grünland in die Subkategorien Grünland im engeren Sinne und Gehölze einschließlich Heide
- Unterteilung der Kategorie Feuchtgebiete in die Subkategorien Feuchtgebiete im engeren Sinne und Gewässer
- Aggregation der Kategorie Siedlungen in eine Kategorie

Tabelle 204: Zuordnung der deutschen Berichtskategorien zu den IPCC-Landnutzungskategorien

IPCC-Kategorie	Deutsche LULUCF-Kategorie
Wald	Wald
Ackerland	Ackerland
Grünland	Grünland Gehölze
Feuchtgebiete	Feuchtgebiete Gewässer
Siedlungen	Siedlungen
Sonstiges Land	Sonstiges Land

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) diesen 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 205). Diese sind im Wesentlichen der Einführung der Subkategorien geschuldet sowie der neuen Zuordnung der Objektart 4106

„Sumpf, Ried“ zu Grünland statt bisher Feuchtgebiete, um Konsistenz in der Zeitreihe zu gewährleisten. Die Analyse der Flächenwechsel der Objektart 4106 „Sumpf, Ried“ ergab, dass es sich um extensiv bewirtschaftete Grünlandflächen handelt.

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 205). Bei der Erstellung der Landnutzungsmatrix erfolgt die Zuordnung der Rasterpunkte rechnergestützt, 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 205: 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	Wiesen, Weiden, Verkehrsbegleitgrün	231; 321
4104	Heide		322; 421
4106	Sumpf, Ried	Wassergesättigtes, zeitweise unter Wasser stehendes Gelände (de facto Extensivgrünland)	411
4108	Gehölze	Fläche, die mit einzelnen Bäumen, Baumgruppen, Büschen, Hecken und Sträuchern bestockt ist.	243
IPCC-Kategorie: Feuchtgebiete			
4105	Moor, Moos	Unkultivierte Fläche, deren obere Schicht aus vertorften oder zersetzten Pflanzenresten besteht	412
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 Geländere relief herausragende Felspartien, Sand- oder Eisflächen.	331; 332; 333; 334; 335
4199	Fläche z.Z. unbestimmbar	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 Veränderungen der Kohlenstoff- bzw. Stickstoffvorräte in Mineralböden werden als Differenz zwischen den jeweiligen Vorräten vor und nach den entsprechenden Maßnahmen (stock change - approach) berechnet.

In Mineralböden bei gleichbleibender Nutzung wird entsprechend dem IPCC Tier-1-Ansatz davon ausgegangen, dass die Kohlenstoffein- und -austräge in die Böden gleich groß, die Systeme somit im Gleichgewicht sind. Großflächige und schnell wechselnde Änderungen bezüglich der Bodenbewirtschaftungs- und Managementmethoden im Bereich der landwirtschaftlichen Bodennutzung treten nicht auf. Metastudien (BAKER et al. 2007; LUO et al. 2010) jüngeren Datums zeigen, dass die Art der Bodenbearbeitung bei einer Betrachtungstiefe > 60 cm keinen Einfluss auf den Gesamtkohlenstoffvorrat von Mineralböden hat.

Eine Ausnahme von der Tier-1-Methode bildet die Kategorie Grünland. Diese Kategorie weist zwei Subkategorien auf: zum einen das klassische Wirtschaftsgrünland, zum anderen Flächen, die mit Gehölzen bestanden sind, die nicht unter die Walddefinition fallen. Die Flächenübergänge zwischen diesen Unterkategorien werden wie Landnutzungsänderungen behandelt.

Die Methode zur Erfassung der Kohlenstoffvorratsänderungen im Mineralboden nach stock-change-approach sieht vor, dass für jede der von Deutschland definierten acht Landnutzungskategorien ein repräsentativer, nach Ausgangssubstrat und Klimaregion flächengewichteter Kohlenstoffvorrat für Mineralböden bis 30 cm Bodentiefe bestimmt wird. 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. 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 in Tabelle 206 dargestellt, deren Herleitung in Kapitel 19.5.2 beschrieben.

Tabelle 206: Mittlere Kohlenstoffvorräte in Mineralböden Deutschlands in Abhängigkeit von der Landnutzung [Mg C ha⁻¹] sowie daraus abgeleitete Kohlenstoffvorratsunterschiede nach Landnutzungsänderung

Mittlerer Kohlenstoffvorrat in Mineralböden Deutschlands								
	Wald	Acker	Grünland	Gehölze	Feuchtgebiete	Gewässer	Siedlungen	Sonstiges Land
[Mg C ha ⁻¹]	62,03	60,03	77,43	73,18	74,00		58,67	55,60
Kohlenstoffvorratsänderung in 20 Jahren [Mg C ha ⁻¹ (20 a) ⁻¹]								
Initial\Final	Wald	Acker	Grünland	Gehölze	Feuchtgebiete	Gewässer	Siedlungen	Sonstiges Land
Wald		-2,00	15,40	11,15	11,97	0	-3,36	NO
Acker	2,00		17,40	13,15	13,97	0	-1,35	NO
Grünland	-15,40	-17,40		-4,25	-3,43	0	-18,76	NO
Gehölze	-11,15	-13,15	4,25		0,82	0	-14,51	NO
Feuchtgebiete	-11,97	-13,97	3,43	-0,82		0	-15,32	NO
Gewässer	0	0	0	0	0		0	NO
Siedlungen	3,36	1,35	18,76	14,51	15,32	0		NO
Sonstiges Land	6,43	4,42	21,83	17,58	18,39	0	3,07	

negativ: Kohlenstoffverluste; positiv: Kohlenstoffsequestrierung; NO: nicht auftretend

Zur Bestimmung der jährlichen Vorratsänderung muss die für die jeweilige Übergangskategorie ermittelte gesamte Vorratsänderung (Tabelle 206) durch 20 dividiert werden. So erhält man einen spezifischen Emissionsfaktor für die Übergangskategorie (siehe Tabelle 207). Dieser wird gemäß den konsequenten Vorgaben der Berichtslogik mit der jeweiligen Gesamtfläche der Übergangskategorie multipliziert. Die vereinfachte Formel lautet:

$$\Delta C = \sum_{n=1}^7 (A_{LUC} * C_{EF\ spez})$$

ΔC : Veränderung des Kohlenstoffvorrates infolge Landnutzungsänderung in Mineralböden einer IPCC-Landnutzungskategorie [Mg C ha⁻¹ a⁻¹]

A_{LUC} : Fläche der Landnutzungsänderung [ha]

$C_{EF\ spez}$: Übergangskategorie-spezifische, flächenbezogene Bodenkohlenstoffvorratsänderungsrate [Mg C ha⁻¹ a⁻¹]; negativ: Kohlenstoffverluste; positiv: Kohlenstoffsequestrierung

n: Übergangskategorien

Tabelle 207: Emissionsfaktoren [Mg C ha⁻¹ a⁻¹] zur Ermittlung jährlicher Kohlenstoffvorratsunterschiede in Mineralböden Deutschlands nach Landnutzungsänderung

Emissionsfaktoren Mineralböden [Mg C ha ⁻¹ a ⁻¹]								
Initial\Final	Wald	Acker	Grünland	Gehölze	Feuchtgebiete	Gewässer	Siedlungen	Sonstiges Land
Wald		-0,100	0,770	0,558	0,598	0	-0,168	NO
Acker	0,100		0,870	0,658	0,699	0	-0,068	NO
Grünland	-0,770	-0,870		-0,213	-0,172	0	-0,938	NO
Gehölze	-0,558	-0,658	0,213		0,041	0	-0,725	NO
Feuchtgebiete	-0,598	-0,699	0,172	-0,041		0	-0,766	NO
Gewässer	0	0	0	0	0		0	NO
Siedlungen	0,168	0,068	0,938	0,725	0,766	0		NO
Sonstiges Land	0,321	0,221	1,091	0,879	0,920	0	0,154	

negativ: Kohlenstoffverluste

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 und Siedlungen berichtet (N₂O aus gedränten organischen Böden unter Acker und Grünland in CRF-Sektor 4.D).

Desweiteren wird in der Landnutzungskategorie Feuchtgebiete über Emissionen infolge des industriellen Torfabbaus berichtet.

Die wenigen „naturbelassenen“ organischen Böden Deutschlands, über deren Emissionen nicht berichtet werden muss, finden sich in den Landnutzungskategorien Sonstiges Land bzw. Feuchtgebiete. Eine Fläche von 16.786 ha, die in der Nomenklatur des Basis-DLM als Objektart 4106 „Sumpf, Ried“ ausgewiesen wird, wurde aufgrund der Art der Nutzung dem Grünland zugeschlagen (vgl. Kapitel 7.1.4). Da diese Flächen nicht drainiert sind und einer nur unregelmäßigen Nutzung unterliegen, werden auch für diese keine Emissionen berichtet.

Die CO₂-Emissionen aus organischen Böden werden bei gleichbleibender Nutzung und bei Landnutzungsänderung mit den gleichen Emissionsfaktoren berechnet. 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 [Mg C ha⁻¹ 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 Anmoorgleye, 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 Emissionsfaktoren: Ermittlung landesspezifischer Emissionsfaktoren

Zur Ableitung landesspezifischer CO₂-Emissionsfaktoren aus Mooren wurden Werte aus der Literatur zugrunde gelegt. BYRNE et al. (2004) berichten in einer CarboEurope-Studie von Kohlenstoffemissionen aus organischen Grünlandböden von 0,82 – 6,58 Mg C ha⁻¹ a⁻¹ und in Ackerböden von 1,09 – 10,6 Mg C ha⁻¹ a⁻¹. Mit einem Mittel von 4,09 Mg C ha⁻¹ a⁻¹ sind diese Werte insbesondere im Ackerbereich zu gering, da der Studie überwiegend Ergebnisse borealer Böden zugrunde liegen. MUNDEL (1976), GENSIOR & ZEITZ (1999), MEYER (1999) und AUGUSTIN (2001) berichten von Verlusten 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 mit ca. 9 Mg CO₂-C ha⁻¹ a⁻¹ ± 50 % gemessen, auf Grünland eine Spanne von ca. 2 – 12 CO₂-C ha⁻¹ a⁻¹, 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 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 hervorgerufen werden.

Die Einbindung bzw. die Ausscheidung von CO₂ wird dabei über die Kohlenstoffvorratsänderungen bestimmt. Die Vorratsänderungen werden jeweils für die ober- und unterirdische Biomasse anhand landesspezifischer Emissionsfaktoren ermittelt.

In den Landnutzungskategorien Acker, Grünland, Feuchtgebiete und Siedlungen werden die C-Vorräte durch Anpflanzung von Gehölzbiomasse vollständig im Jahr der Landnutzungsänderung berichtet. Dies hat folgende Gründe:

In Deutschland sind die Umtriebszeiten für Obstgehölze und Wein sehr variabel (Obst in der Regel 10 – 15 Jahre). Wenn eine neue Obstplantage eingerichtet wird, werden „fertige

Bäume“ aus Baumschulen gepflanzt. Diese zeigen über die Jahre nur noch einen geringen Zuwachs an Biomasse gegenüber dem Pflanzstatus. Dieser ist im Wesentlichen auf die Zunahme des Stamm- und Wurzelvolumens zurückzuführen. Der jährliche Zuwachs an Biomasse wird in der Regel weggeschnitten, somit nahezu ein Gleichgewicht erreicht. Für Wein und Hecken gelten diese Aussagen analog, wobei die zeitliche Amplitude bei Hecken mit 10 - 12 Jahren etwas größer ist.

On-site burning von Biomasse ist in Deutschland per Gesetz verboten, wird daher nicht berichtet. In den CRF-Tabellen wird NO (not occurring) eingetragen.

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. Als Differenz der Biomassevorräte ober- und unterirdisch ergeben sich die Emissionsfaktoren in Tabelle 208.

Tabelle 208: Emissionsfaktoren [Mg C ha⁻¹ a⁻¹] zur Ermittlung der Kohlenstoffvorratsunterschiede im Jahr der Umwandlung in der ober- und unterirdischen Biomasse nach Landnutzungsänderung für das Jahr 2010

Mittlerer Kohlenstoffvorrat in der ober- und unterirdischen Biomasse								
	Wald ¹	Acker	Grünland	Gehölze	Feuchtgebiete	Gewässer	Siedlungen	Sonstiges Land
[Mg C ha ⁻¹]	32,63	7,07	6,69	46,70	20,02	0	13,35	0
Emissionsfaktoren 2010 Biomasse [Mg C ha ⁻¹ a ⁻¹]								
Initial\Final	Wald ²	Acker ³	Grünland ³	Gehölze ³	Feuchtgebiete ³	Gewässer ³	Siedlungen ³	Sonstiges Land ³
Wald		-25,6	-25,9	14,1	-12,6	-32,6	-19,3	-32,6
Acker	3,8		-0,4	39,6	13,0	-7,1	6,3	-7,1
Grünland	3,8	0,4		40,0	13,3	-6,7	6,7	-6,7
Gehölze	1,8	-39,6	-40,0		-26,7	-46,7	-33,4	-46,7
Feuchtgebiete	3,1	-13,0	-13,3	26,7		-20,0	-6,7	-20,0
Gewässer	4,1	7,1	6,7	46,7	20,0		13,3	0
Siedlungen	3,5	-6,3	-6,7	33,4	6,7	-13,3		-13,3
Sonstiges Land	4,1	7,1	6,7	46,7	20,0	0	13,3	

Anm.: die Kohlenstoffvorräte für Wald und Acker sind zeitlich variabel, 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.

Tabelle 209: 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	19,41	1,56	55,83
1991	34,86	26,89	7,97	19,37	1,65	55,88
1992	34,86	26,89	7,97	19,32	1,75	55,93
1993	34,86	26,89	7,97	19,28	1,84	55,98
1994	34,86	26,89	7,97	19,24	1,93	56,03
1995	34,86	26,89	7,97	19,19	2,03	56,08
1996	34,86	26,89	7,97	19,15	2,12	56,13
1997	34,86	26,89	7,97	19,10	2,21	56,18
1998	34,86	26,89	7,97	19,06	2,31	56,23
1999	34,86	26,89	7,97	19,02	2,40	56,28
2000	34,86	26,89	7,97	18,97	2,50	56,33
2001	34,86	26,89	7,97	18,93	2,59	56,38
2002	32,63	23,85	8,78	18,89	2,68	54,20
2003	32,63	23,85	8,78	18,84	2,78	54,25
2004	32,63	23,85	8,78	18,80	2,87	54,30
2005	32,63	23,85	8,78	18,75	2,96	54,35
2006	32,63	23,85	8,78	18,71	3,06	54,40
2007	32,63	23,85	8,78	18,67	3,15	54,45
2008	32,63	23,85	8,78	18,62	3,25	54,50
2009	32,63	23,85	8,78	18,58	3,34	54,55
2010	32,63	23,85	8,78	18,54	3,43	54,60

Die Unsicherheiten für die Werte von 2010 betragen für die Baumbiomasse 34,5 % (Hälfte des 95 % - Konfidenzintervalls). Es liegt eine Normalverteilung zugrunde. Bezüglich der toten organischen Substanz (Totholz und Streu), sind die Unsicherheiten nicht symmetrisch verteilt: Die untere Schranke beträgt -55,7 %, die obere + 34,7 % vom Lagemaß.

7.1.8 Qualitätssicherung

Als Maßnahme zur Qualitätssicherung im Rahmen der deutschen Inventarerstellung, wurden für das vorliegende Inventar zwei Workshops im Mai 2011 durchgeführt; auf diesen wurden die neuen Ansätze und Methoden der deutschen LULUCF - Berichterstattung nach KP und Klimarahmenkonvention nationalen und in der Folge internationalen Experten und Reviewern vor- und zur Diskussion gestellt.

Ziel des Workshops war die Vorstellung, Diskussion und Evaluierung dieser Ansätze und Methoden, die Überprüfung der wissenschaftlichen Zuverlässigkeit und Angemessenheit der zugrunde liegenden Methoden und Datenquellen sowie der Erfahrungsaustausch zur Erlangung zusätzlicher Hinweise für eine weitere Verbesserung des deutschen Inventars. Kritik, Anregungen und Vorschläge wurden in einem Ergebnisprotokoll festgehalten (siehe Kapitel 19.5.5), aufgearbeitet und sind in den weiteren Inventarerstellungsprozess eingeflossen. Der deutsche Ansatz wurde von allen anwesenden Gutachtern als angemessen betrachtet.

7.2 Wälder (5.A)

7.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (5.A)

CRF 5.A	Gas	HK	1990		2010		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
Forest Land	CO ₂	L	T/T2	-73.408,0	(6,01%)	-25.060,6	(2,63%)	-65,86%
Forest Land	N ₂ O	-	-	60,4	(0,00%)	66,3	(0,01%)	9,74%
Forest Land	CH ₄	-	-	9.1	(0,00%)	3.2	(0,00%)	-64,82%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS/Tier 2 ⁵⁹	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, Drainage organischer Böden sowie durch Humusverluste aus Mineralböden nach Landnutzungsänderung zu Acker und Methanemissionen aus Waldbränden.

Die Gesamtemissionen aus den Wäldern betrugen im Jahre 2010 -24.933 Gg CO₂-Äquivalente. Dabei entfielen -21.772 Gg CO₂ auf die Einbindung aus dem Zuwachs an Phytomasse, -3.638 Gg CO₂ auf die Einbindung in Totholz und -593 Gg CO₂ auf die Einbindung in der Streu. Durch die Drainage organischer Böden werden 675 Gg CO₂-Äquivalente und in mineralischen Böden, bei der Umwandlung zu Wald, 333 Gg CO₂ freigesetzt. Durch Kalkung emittierten zusätzlich 58 Gg CO₂ und durch Waldbrände 4 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 Forstlandnutzungskategorie sind die Pools Phytomasse (76,12 %), Totholz (14,90 %) und Streu (4,68 %). Quellen entstehen durch Drainage, Kalkung, Waldbrände und im mineralischen Boden bei Umwandlungen. Diese tragen mit 4,30 % nur einen sehr geringen Anteil zur Treibhausgasbilanz im Wald bei.

⁵⁹ 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.

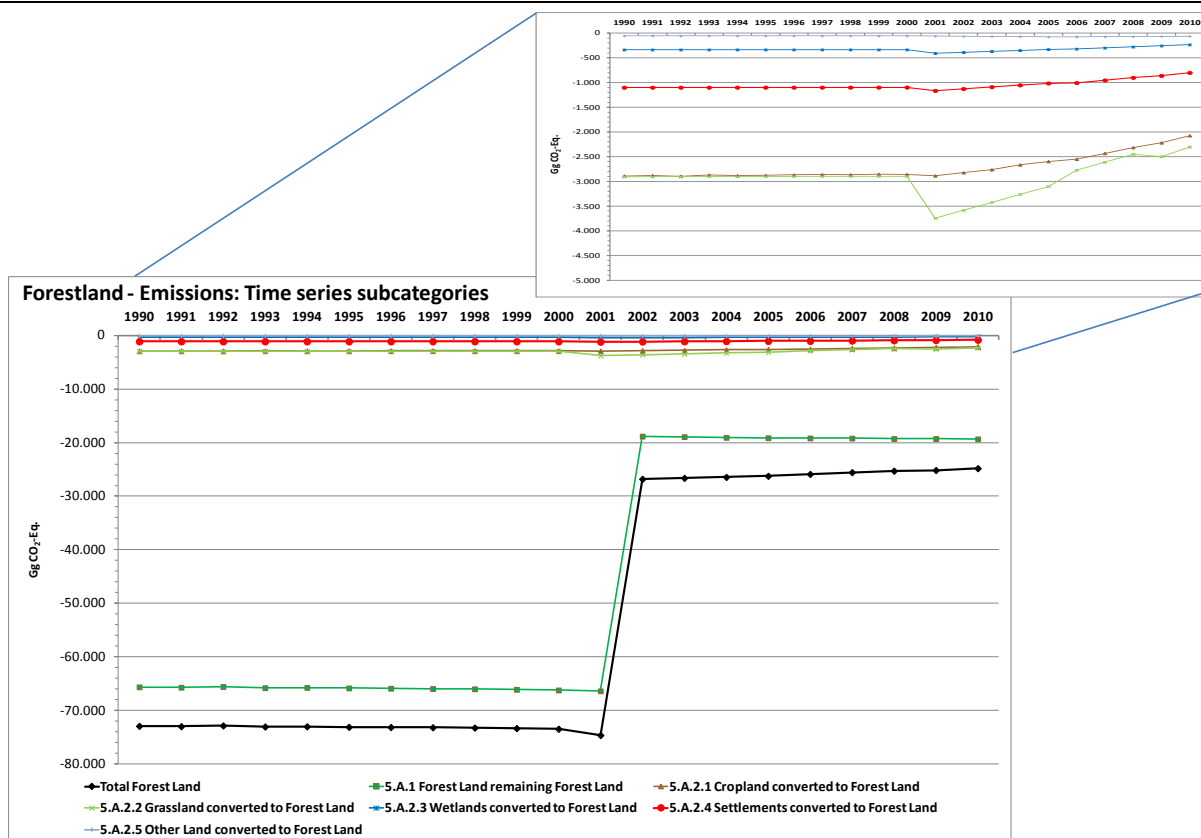


Abbildung 51: Treibhausgasemissionen [Gg CO₂-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Wäldern von 1990 – 2010 nach Subkategorien

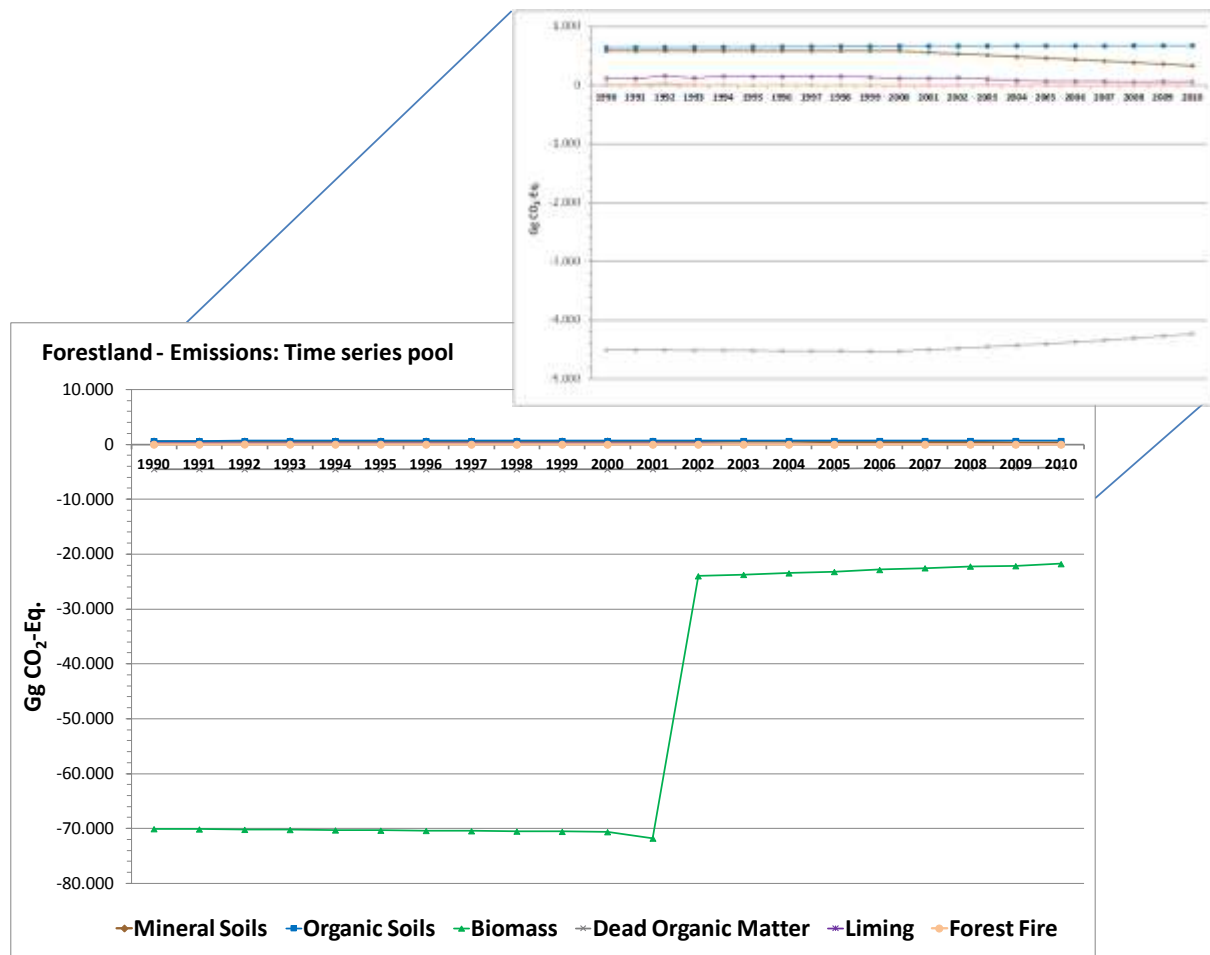


Abbildung 52: Treibhausgasemissionen [Gg CO₂-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Wäldern von 1990 – 2010 nach Pools

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 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 Monitoring⁶⁰: Inputs für die Nationale 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

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 wurde⁶¹. 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 zu Beginn der Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls wurden im Jahr 2008 auf einer Teilstichprobe der Bundeswaldinventur im Netz von 8 km x 8 km

⁶⁰ GSE =GMES Services Elements

GMES = Global Monitoring for Environment and Security

⁶¹ weitere Informationen: <http://www.bundeswaldinventur.de>

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 Zutritts-erlaubnis vorlag (z.B. sind alte Truppenübungsplätze jetzt zugänglich).

Im Zeitraum der BZE II wurde parallel die BioSoil–Erhebung (UNECE 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 noch nicht abgeschlossen. Für die BZE II liegen Daten von ca. 1400 Rasterpunkten für die Kohlenstoffvorratsberechnung vor. Zusammen mit den BioSoil– Datensätzen konnten für die Jahre 2006 und 2007 an ca. 1490 Rasterpunkte Vorräte berechnet werden. 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, Wildäsnungsplätze, 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 -änderungsberechnung nicht berücksichtigt. Kurzumtriebsplantagen werden bei der BWI als Wald erfasst. Da Kurzumtriebsplantagen aber nicht zu Wald im Sinne der Berichterstattung nach UNFCCC und Kyoto zählen, werden diese durch Filtern der BWI-Daten über das Merkmal „Betriebsart“ ausgeschlossen und nicht bei der Treibhausgasberichterstattung berücksichtigt.

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 2010 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 210 zusammengefasst.

Tabelle 210: Waldfläche, verbleibender Wald und Flächenveränderungen von anderen Landnutzungskategorien zu Neuwald von 1990 bis 2010

Jahr	Waldfläche [ha]	Verbleibende Waldfläche (5.A.1) [ha]	Acker Umwandlung zu Wald (5.A.2.1) [ha]	Grünland Umwandlung zu Wald (5.A.2.2) [ha]	Gehölze Umwandlung zu Wald (5.A.2.2) [ha]	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	10.933.737	10.557.935	129.882	113.305	61.704	16.160	1.189	49.932	3.631
2010	10.933.840	10.584.982	121.480	104.989	56.567	14.764	1.099	46.477	3.482

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 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)⁶² in der Periode 1991 – 2001 und durchschnittlich 56 Mio. m^3 (Efm) in der Periode 2002 – 2010 auf (siehe Tabelle 211 und Abbildung 54).

Tabelle 211: Rohholzaufkommen nach Holzeinschlagsstatistik des Statistischen Bundesamtes

Jahr	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Rohholzaufkommen (Mio. m^3)	39,1	35,6	34,3	37,1	40,0	37,0	38,2	39,1	37,6	53,7
Jahr	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Rohholzaufkommen (Mio. m^3)	39,5	42,4	51,2	54,5	56,9	62,3	76,7	55,4	48,1	54,4

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.

⁶² In Vorratsfestmetern wird die Holzmasse des stehenden Baumes angegeben. Der Erntefestmeter entspricht dem Vorratsfestmeter abzüglich der Verluste bei der Holzernte.

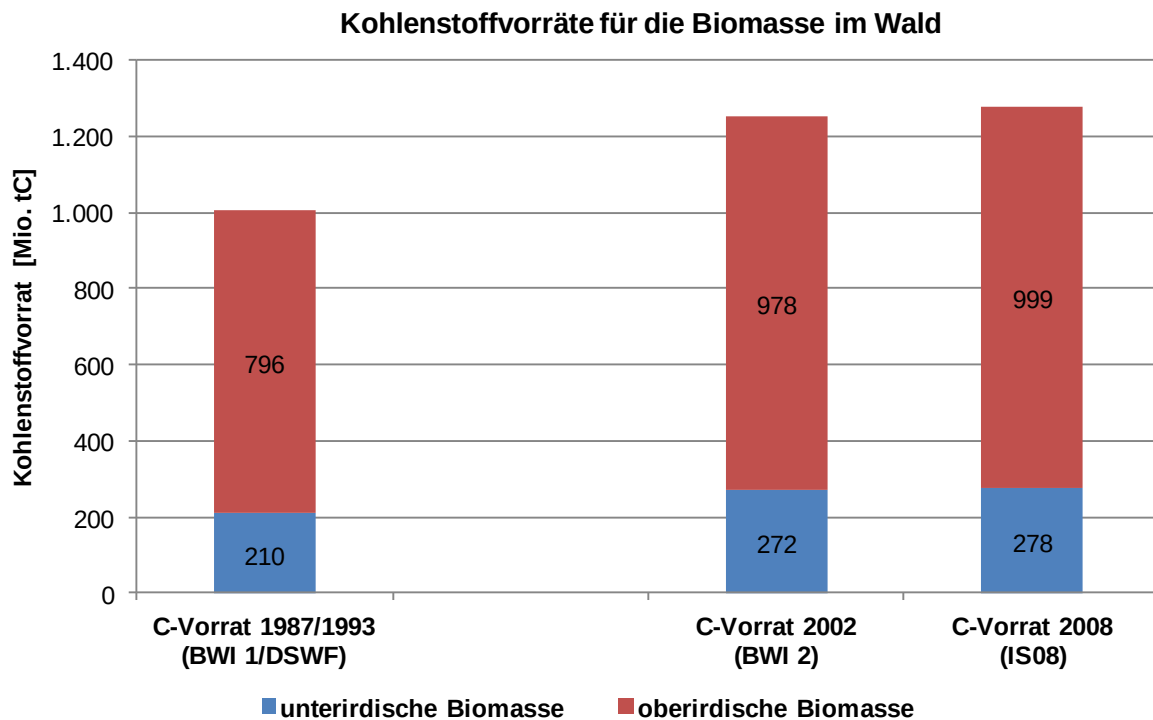


Abbildung 53: Kohlenstoffvorräte für die unterirdische und oberirdische Biomasse im Wald für die Jahre 1987/1993, 2002 und 2008

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.

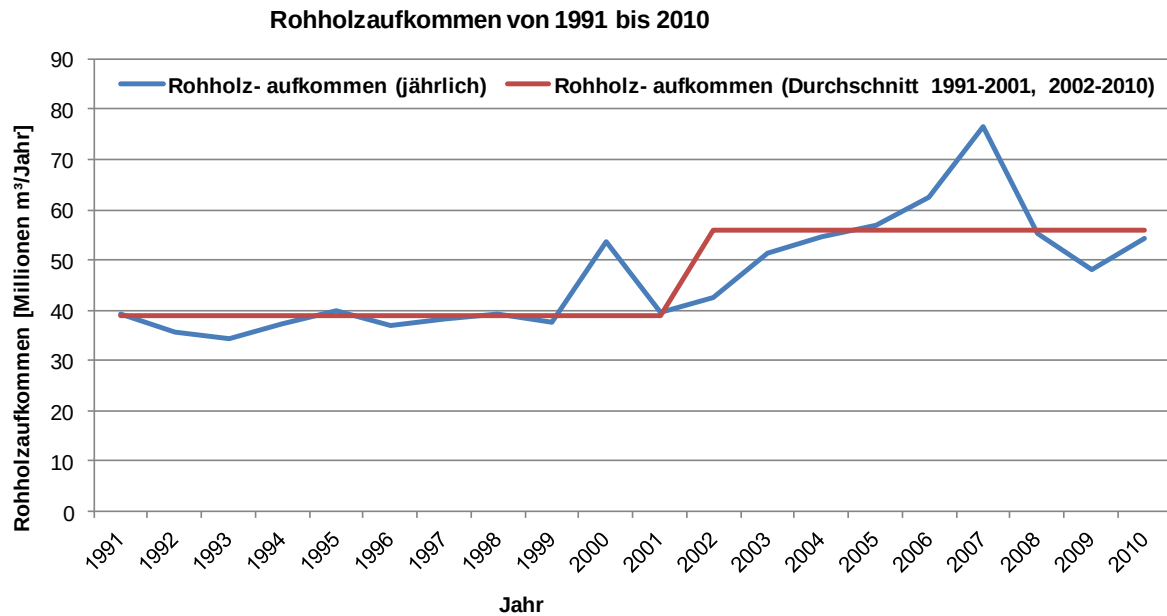


Abbildung 54: Rohholzaufkommen im Wald jährlich und für die Perioden 1991 bis 2001 und 2002 bis 2010

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

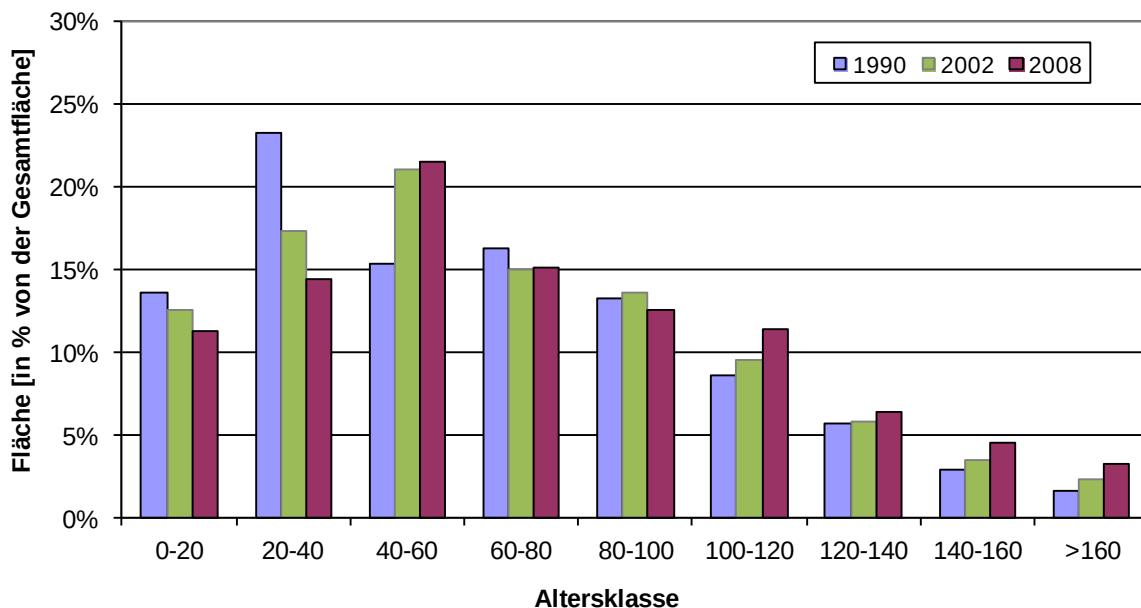


Abbildung 55: Altersklassenstruktur der Wälder in Deutschland zum Zeitpunkt 1990, 2002 und 2008

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 2010 interpoliert bzw. extrapoliert. Die C-Vorratsanreicherung 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 zu berücksichtigen, der sofort als Emission gewertet wird. In Tabelle 212 sind die C-Vorräte der Vornutzung aller Landnutzungskategorien flächengewichtet zusammengefasst (siehe auch Kapitel 7.1.7).

Tabelle 212: 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]	15,36	15,44	15,30	15,54	15,40	15,47	15,54	15,59	15,55	15,62	15,58
Jahr	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
C-Vorräte [MgC ha ⁻¹]	8,45	8,19	7,87	8,61	8,43	16,33	16,45	16,64	10,01	9,77	

Bei der Inventurstudie 2008 wurde keine Traktvorklärung durchgeführt, die beispielsweise die Aufgabe hat, Trakte auf Neuwaldflächen zu identifizieren. Deshalb konnten keine Neuwaldflächen bestimmt werden und es standen in dem Zeitraum von 2002 (BWI 2) bis 2008 (IS08) keine Stichproben mit Einzelbaumdaten zur Verfügung. Für diesen Zeitraum erfolgte die Berechnung der Werte durch Extrapolation der BWI 1- und BWI 2-Daten. Es konnten aber die Neuwaldflächen vor 2002 mit den Daten der IS08 fortgeschrieben werden, so dass der Zuwachs für diese Flächen in dem Zeitraum von 2002 bis 2008 ermittelt werden konnte. Er betrug 4,95 MgC ha⁻¹ a⁻¹. Neuwaldflächen ab 2002 konnten, wie oben beschrieben, nicht berücksichtigt werden und sind nicht mit eingeflossen. Deshalb wurde dieser Fortschreibungswert bei der Berichterstattung nicht berücksichtigt.

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 Brusthöhendurchmesser (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 10 und Gleichung 11 der C-Vorratsbestimmung nach der Stock-Change-Method wurde daher nach PISTORIUS et al. (2006) in die Form nach Gleichung 12 gebracht. Der erste Term dieser Gleichung (Derbholz, Astholz) wurde auf jeden Baum angewandt und die Ergebnisse zu Bestandeswerten aggregiert. Die nach Baumartengruppen getrennten Bestandeswerte dienen der Ableitung der unterirdischen Biomasse im zweiten Term der Gleichung 12.

Gleichung 10

$$\Delta C = (C_{t_2} - C_{t_1}) / (t_2 - t_1)$$

Gleichung 11

$$C = (D * rd * BEF) * (1 + R) * CF$$

Gleichung 12

$$C = (D * rd_{stamm} + D * rd_{ast} * (VEF - 1)) * (1 + R) * CF$$

mit:

C	= Kohlenstoffvorrat
t	= Zeitpunkt einer Inventur
D	= Derbholzvolumen
rd_{stamm}	= Stamm-Raumdichte
rd_{ast}	= Ast-Raumdichte
BEF	= Biomasseexpansionsfaktor
VEF	= Volumenexpansionsfaktor ⁶³

⁶³ 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.

R	= Wurzel/Spross-Verhältnis
CF	= Kohlenstoffgehalt

7.2.4.1.4 Konvertierung in oberirdische Einzelbaumbiomasse

Das Derbholzvolumen D eines jeden Einzelbaumes wird über die Parameter Brusthöhendurchmesser (BHD), Baumhöhe (H) und den Durchmesser in 7 m Höhe (D_7) mit Hilfe der BWI-Volumenfunktionen hergeleitet. Die Konvertierung von Derbholzvolumen D in Biomasse (in Tonnen) erfolgt über baumartengruppenspezifische Raumdichtewerte rd_{stamm} , welche durch die Funktion

Gleichung 13

$$r = r_0(1 - \beta_v / 100)$$

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 213) 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 213 auch Raumdichten nach IPCC und von KNIGGE & SCHULZE (1966) aufgeführt. Diese sind mit denen von KOLLMANN (1982) vergleichbar, liefern aber keine Fehlerangaben.

Tabelle 213: 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)	βV [%] (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 14

$$VEF = B / D = (a + bD) / D$$

realisiert. Die Parameter a und b zur Berechnung der VEF sind in Tabelle 214 aufgeführt.

Tabelle 214: 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 215 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 215: 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 15

$$B_o = D * rd_{stamm} + D * \left(\frac{a + bD}{D} - 1 \right) * rd_{ast}$$

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 213 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 216). 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 216: 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	<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 16

$$Y_{lc} = \frac{\sum_{m=1}^M I_{l,c,m} Y_{l,c,m}}{M_{l,c}}$$

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 17

$$\hat{Y}_l = \frac{\sum_{c_l=1}^{C_l} M_{l,c} Y_{lc}}{\sum_{c_l=1}^{C_l} M_l}$$

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 18

$$\hat{Y}_{st} = \sum_{l=1}^L \hat{Y}_l \frac{\lambda(U_l)}{\lambda(U)}$$

Das Total einer Zustandsschätzung ergibt sich durch Multiplikation des Gesamtschätzers mit der Gesamtfläche $\lambda(U)$.

Gleichung 19

$$\hat{Y}_{st} = \hat{Y}_{st} \lambda(U)$$

Der (wald-) flächenbezogene Mittelwert ist definiert als Quotienten- oder Ratioschätzer ($\hat{R}_{st}$) aus:

Gleichung 20

$$\hat{R}_{st} = \frac{\hat{Y}_{st}}{\lambda(U_{Wald})}$$

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 21

$$\hat{G}_l = \hat{Y}_l^{(t_2)} - \hat{Y}_l^{(t_1)}$$

Die Schätzung der Gesamtveränderung über die Straten hinweg für die gesamte Aussageeinheit erfolgt analog zu Gleichung 18. Die Schätzung des Veränderungstotalis berechnet sich nach Gleichung 19. Die Veränderung des flächenbezogenen Mittelwertes ergibt sich aus:

Gleichung 22

$$\hat{G}_{Rst} = \hat{R}_{st}^{(t_2)} - \hat{R}_{st}^{(t_1)}$$

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 Veränderungsrate, 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 23

$$EF = \hat{R}_{st}^{(t_1, t_2)} / a$$

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 Schnitthflächendurchmesser (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 24 (IPCC, 2003, Gleichung 3.2.12) berechnet und beträgt $0,09375 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Gleichung 24

$$\Delta C_{FFDW} = \frac{A * (B_{t_2} - B_{t_1})}{T} CF$$

mit:

ΔC_{FFDW} = jährliche Änderung des Kohlenstoffes im Totholz auf verbleibenden Waldflächen

A = Fläche des verbleibenden Waldes

B_{t_1} = Totholzvorrat zum Zeitpunkt t_1 für den verbleibenden Wald

B_{t_2} = 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 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. In dem Zeitraum von 1990 (BZE I) bis 2006 (BZE II / BioSoil) konnte keine Kohlenstoffvorratsveränderung nachgewiesen werden (siehe Kapitel 7.2.4.3.4), weshalb eine

Veränderung von $0 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ angenommen wird. Dies erfolgt äquivalent für den Zeitraum von 2007 bis 2010. In den CRF-Tabellen wird deshalb NO (nicht vorkommend) eingetragen.

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 $19,41 \text{ MgC ha}^{-1}$ 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 217).

Tabelle 217: Emissionsfaktoren für Streu der Landnutzungskategorien zu Neuwald

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
IEF [MgC ha ⁻¹]	0,48525	0,48416	0,48306	0,48197	0,48088	0,47978	0,47869	0,47759	0,47650	0,47541	0,47431
Jahr	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
IEF [MgC ha ⁻¹]	0,47322	0,47213	0,47103	0,46994	0,46884	0,46775	0,46666	0,46556	0,46447	0,46338	

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 anhand von Mischproben an Satelliten mit Stechrahmen unterschiedlicher Größe. Als Streu wurde die gesamte tote organische Auflage mit einer Fraktion < 20 mm angesehen. Bei ca. 80 % der Punkte wurde auch die Fraktion > 20 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 ($n = 1724$) und BZE II / BioSoil ($n = 1341$) ließen sich die C-Vorräte getrennt für Laub-, Nadel- und Mischwald angeben (siehe Tabelle 218). 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 $19,41 \pm 0,33 \text{ Mg ha}^{-1}$ und für die BZE II/BioSoil $18,71 \pm 0,44 \text{ Mg ha}^{-1}$. Diese Werte ersetzen als länderspezifische Werte für die

Streuauflage den empfohlenen Standardwert aus IPCC (2003) als Grundlage für die Berechnung von CO₂-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 218: 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	9,53 ± 0,43	7,69 ± 0,42
Mischwald	16,85 ± 0,73	14,75 ± 0,86
Nadelwald	24,65 ± 0,48	24,30 ± 0,67
Wald gesamt	19,41 ± 0,33	18,71 ± 0,44

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 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 $-0,044 \pm 0,035 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Der Wert wich nicht signifikant von Null ab.

Für die verbleibende Waldfläche wurde auf eine Übernahme in die CRF-Tabellen verzichtet, weil die Ergebnisse vorläufig sind und keine signifikanten Änderungen berechnet wurden.

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 217).

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). Die Daten zur zweiten Bodenzustandserhebung werden derzeit ausgewertet. Um nachzuweisen, dass der Boden keine C-Quelle ist, wurde mit den bisher vorhandenen Daten 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. Aus diesen noch vorläufigen und nur einen Teil der Daten einbeziehenden Ergebnissen wird eine C-Quelle ausgeschlossen. Auf eine Übernahme in die CRF-Tabellen in Bezug auf Kategorie 5.A.1 (Verbleibender Wald) wird aufgrund der Vorläufigkeit der Ergebnisse verzichtet.

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) sind in Tabelle 219 zusammengefasst und beziehen sich auf die jährliche

Veränderung des Kohlenstoffvorrats der mineralischen Böden bei Landnutzungsänderung zu Neuwald bei einem Veränderungszeitraum von 20 Jahren

Tabelle 219: Emissionsfaktoren für mineralische Böden bei Landnutzungsänderung zu Neuwald

Zeitraum [Jahr]	1990- 2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
IEF [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]	-0,30407	-0,30096	-0,29763	-0,29407	-0,29024	-0,28611	-0,28459	-0,28291	-0,28105	-0,27901	-0,27666

7.2.4.4.3 Herleitung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen

Die Beprobung des Mineralbodens in der für den nationalen Inventurbericht 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 20 neue Leitbodeneinheiten mit dem entsprechenden Ausgangsgestein für die flächenbezogene Auswertung zur Verfügung (siehe Tabelle 220). 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 220: Zusammengefasste Legendeneinheiten auf Grundlage der BÜK 1000

Abk.	Leitbodeneinheiten nach Substrattyp, Bodenart und Kalkgehalt
1	Auenböden / Gleye aus sandigen bis lehmigen Flusssedimenten
2	Podsolige Böden aus sandigen Terrassen- oder Flussablagerungen
3	Verschiedene Böden aus teilweise kalkhaltigen, sandig-lehmigen Hochflut- und Auenablagerungen
4	Pseudovergleyte Böden aus sandig bis lehmigen Deckschichten über Geschiebelehm
5	Verschiedene Böden aus sandigen Deckschichten über Geschiebelehm
6	Podsolige Böden aus trockenen, nährstoffarmen Sanden
7	Braunerden aus nährstoffreichen Sanden
8	Verschiedene Böden aus Löss oder Lösslehm z.T. über verschiedenen Gesteinen
9	Verschiedene Böden aus sandvermischem Löss oder Lösslehm
10	Verschiedene Böden aus Hangschutt über Kalk-, Mergel- und Dolomitgesteinen über Terra fusca aus schluffig-tonigen Umlagerungsprodukten der Kalksteinverwitterung
11	Braunerde und Terra fusca aus Umlagerungsprodukten der Kalk-, Mergel- und Dolomitstein-Verwitterung sowie Rendzina aus Kalkstein
12	Pelosol-Braunerde / Pelosol-Pseudogley aus Verwitterungsprodukten von Mergel- und Tongesteinen
13	Braunerde aus Mergelgesteinen und kalkhaltigen Schottern
14	Braunerde aus basischen und intermediären magmatischen Gesteinen
15	Braunerden aus sauren magmatischen und metamorphen Gesteinen
16	Podsolige Böden aus harten Ton- und Schluffschiefern mit Anteilen von Grauwacke, Sandstein, Schluffstein, Quarzit und Phyllit
17	Podsolige und stauwassergeprägte Böden aus lössvermischten kristallinen Schiefern, Sandstein, Quarzit und sauren bis intermediären magmatischen Gesteinen
18	Podsoligte Braunerde aus basenarmen quarzitischen Sandsteinen und Konglomeraten
19	Verschiedene Böden im engräumigen Wechsel aus Tonschiefer, Grauwacken und Kalkgesteinen sowie Lösslehm über verschiedenen Gesteinen
20	Böden der montanen und subalpinen Höhenstufen der Alpen aus Kalk- und Dolomitgesteinen sowie aus kalkfreien Silikatgesteinen

Für die Auswertung wurden 1631 Punkte der BZE I und 1493 Punkte der BZE II / BioSoil-Inventur verwendet. Für 997 Punkte, die einer Leitbodeneinheit zugeordnet werden konnten, lagen die Daten als gepaarte Stichprobe vor, d.h. einem BZE I-Punkt konnte genau ein BZE II-Punkt bzw. ein BioSoil-Punkt zugeordnet werden. Nachdem die Kohlenstoffvorräte für jede Leitbodeneinheit zu den unterschiedlichen Inventurzeitpunkten in einer linearen Regression gegeneinander aufgetragen wurden, konnten die Ausreißer mittels Residuen-Analyse identifiziert werden. 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).

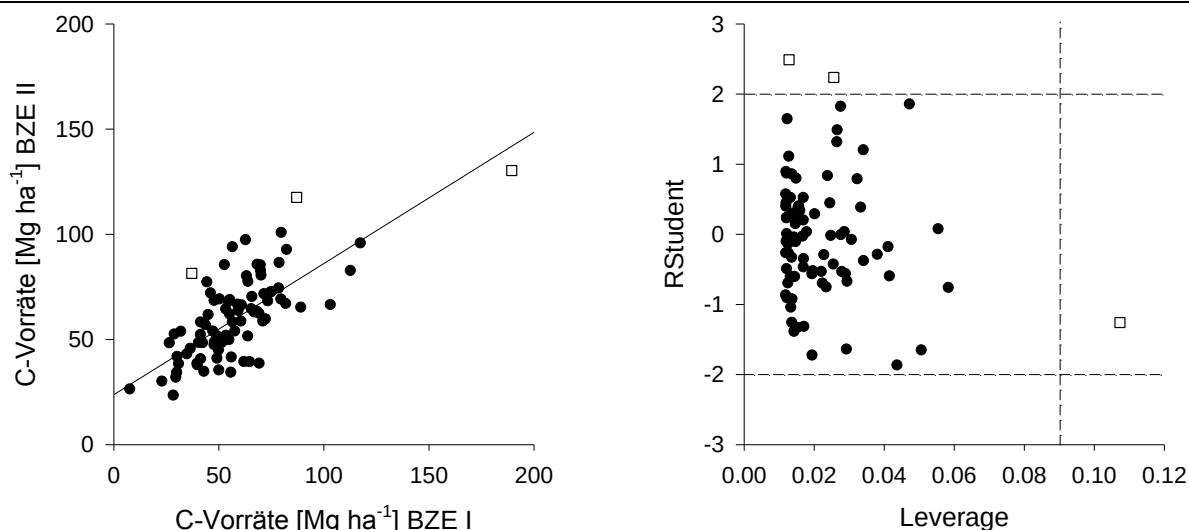


Abbildung 56: Regression zwischen C-Vorräten (0-30cm) der BZE II / BioSoil-Daten und der BZE I (links) sowie die identifizierten Ausreißer anhand der Residuen-Analyse durch Student-Residuen (rechts) und den "high leverage"-Punkten (rechts) am Beispiel der neu gebildeten Leitbodeneinheit Podsol-Parabraunerde / Podsol-Fahlerde / Fahlerde / Braunerde aus sandigen Deckschichten über Geschiebelehm.

Da einige Bundesländer das Raster zwischen BZE I und BZE II verschoben hatten, standen 485 BZE I - Punkte und 441 BZE II - 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 Ausreißer blieben 393 Punkte der BZE I und 397 Punkte der BZE II / BioSoil-Inventur übrig.

Um Kohlenstoffvorratsänderungen flächenbezogen berechnen zu können, wurden die Anteile der Waldflächen auf den neuen Leitbodeneinheiten an der Gesamtwaldfläche Deutschlands ermittelt. 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 57,24 Mg ha⁻¹ und zum Inventurzeitpunkt BZE II / BioSoil 62,03 Mg ha⁻¹, was eine jährliche Zunahme von $0,32 \pm 0,04$ 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 Mg ha⁻¹ a⁻¹ (NABUURS & SCHELHAAS 2002) und 0,9 Mg ha⁻¹ a⁻¹ (SCHULZE et al. 2000) angegeben. Die meisten Literaturwerte basieren zumeist auf modellhaften Hochrechnungen und berücksichtigen den gesamten

durchwurzelten 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 221). 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 2, 5, 6 und 7 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 11.

Tabelle 221: Kohlenstoffvorräte zum Zeitpunkt der BZE I und BZE II sowie die jährlichen Kohlenstoffveränderungsraten in den neugebildeten Leitbodeneinheiten mit der dazugehörigen Waldfläche

LBE	Kohlenstoffvorrat (BZE I) [MgC ha ⁻¹]			Kohlenstoffvorrat (BZE II) [MgC ha ⁻¹]			Anteil an Waldfläche [ha]	Kohlenstoff- veränderungsraten [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹] MW
	n	MW	SE	n	MW	SE		
1	21	79,7	4,1	25	82,2	3,0	3,4	0,26
2	47	45,1	0,9	57	54,4	1,3	6,7	0,60
3	17	63,8	4,2	22	61,1	5,3	1,2	-0,11
4	106	64,5	1,9	88	63,7	2,3	7,0	-0,02
5	67	47,6	1,4	64	58,1	1,5	6,8	0,71
6	134	52,1	2,1	129	64,4	2,9	9,1	0,80
7	27	28,1	1,7	27	37,2	2,8	2,3	0,66
8	76	53,6	1,0	61	60,8	1,3	6,9	0,50
9	14	47,5	4,7	14	54,9	5,7	1,6	0,52
10	71	76,0	2,3	71	76,5	2,4	4,9	0,03
11	33	76,5	3,4	40	68,2	1,8	2,9	-0,53
12	42	54,7	1,8	45	59,9	2,6	3,4	0,32
13	11	54,4	6,1	18	66,1	4,9	1,9	0,76
14	19	57,1	4,6	19	63,0	4,6	1,4	0,36
15	153	60,7	1,4	133	62,7	1,5	8,9	0,14
16	130	58,4	0,6	145	60,5	0,5	13,5	0,12
17	15	58,0	3,9	15	72,3	5,0	1,8	0,97
18	151	55,2	1,4	169	56,8	1,3	12,5	0,10
19	23	51,1	2,2	23	53,6	2,2	2,3	0,17
20	30	74,4	0,1	26	92,9	0,1	1,6	1,03

(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 sind⁶⁴ und diese ausschließlich für die Veränderungen verantwortlich ist. Für organische Waldböden wurden eine Kohlenstoffemission von 0,68 MgC ha⁻¹ a⁻¹ und eine Lachgasemission von 0,6 kg N₂O-N ha⁻¹ 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 Mg C ha⁻¹ a⁻¹ und eine Lachgasemission von 0,6 kg N₂O-N ha⁻¹ 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 CO₂-Emissionen aus der Kalkung von Waldböden werden in der Kategorie 5.G. (Other) gemacht. Sie bewegen sich zwischen 162,37 Gg a⁻¹ (1992) und 52,35 Gg a⁻¹ (2008) mit abnehmender Tendenz (siehe Abbildung 57). Für das Jahr 2010 beträgt die CO₂-Emission 58,29 Gg a⁻¹.

⁶⁴ Da keine Angaben zur Flächengröße organischer Böden, die nicht drainiert sind, vorliegen, wird konservativ der gesamte organische Boden als drainiert betrachtet.

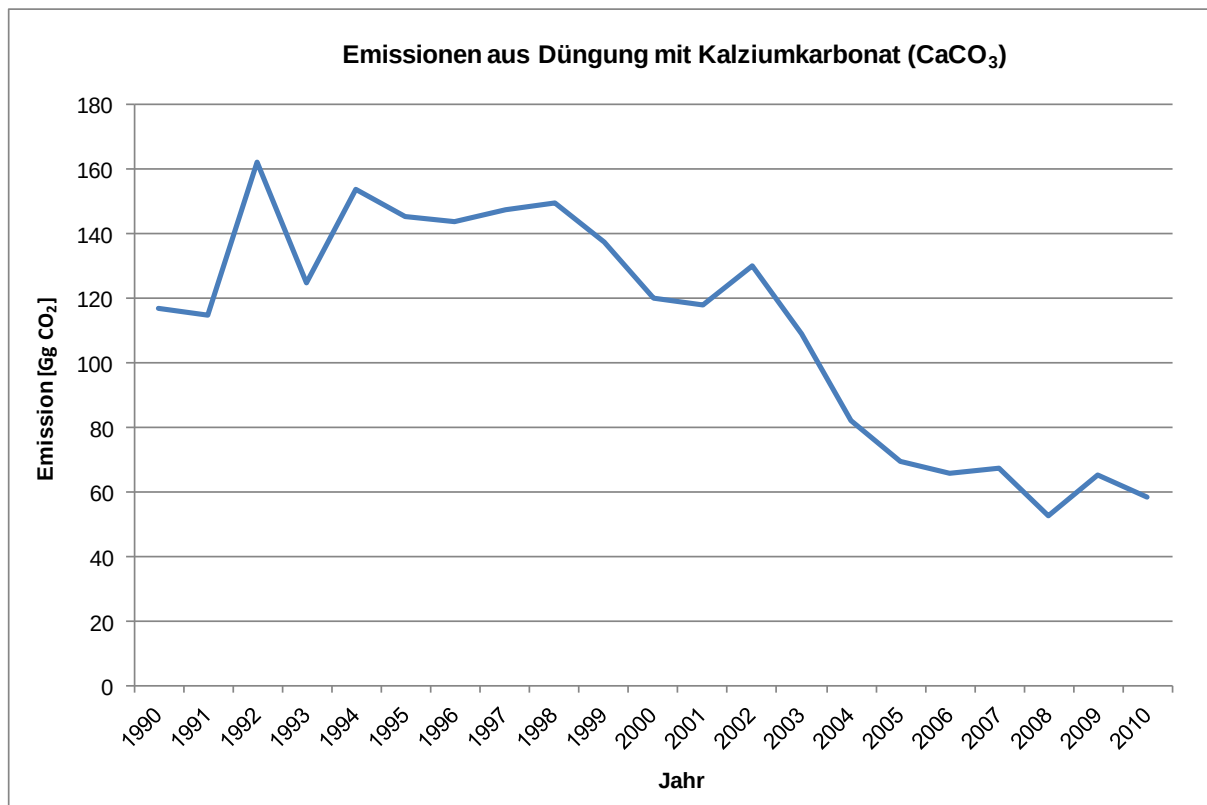


Abbildung 57: Emissionen aus der Kalkung von Wäldern

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 – 2010 lag die mittlere Waldbrandfläche bei 885 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.

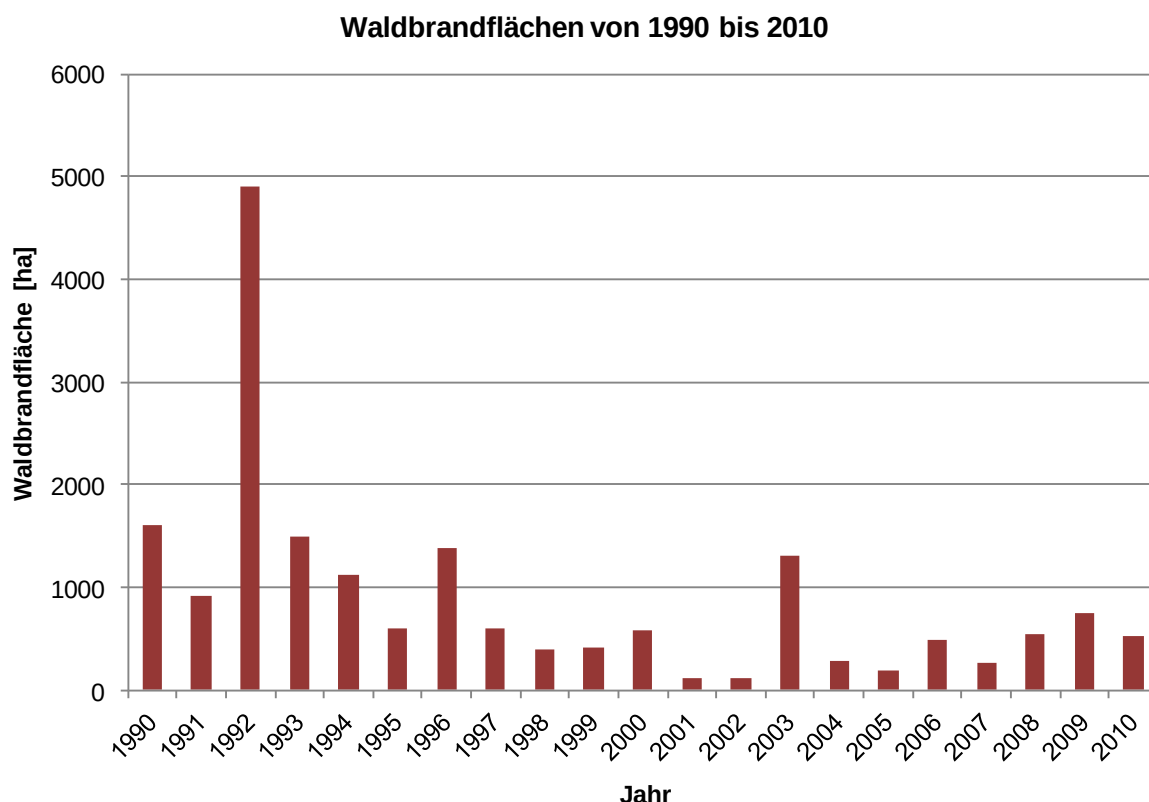


Abbildung 58: Waldbrandflächen zwischen 1990 und 2010 (nach BLE, 2011)

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 25 (IPCC 2003, Gleichung 3.2.20) berechnet.

Gleichung 25

$$L_{fire} = A * B * C * D * 10^{-6}$$

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 2010 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 2010 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 222 zu finden.

Tabelle 222: Durch Waldbrände emittierte Treibhausgase im Zeitraum 1990-2010

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

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 0,08345 kg ha⁻¹ a⁻¹ für den Zeitraum 1990 bis 2010.

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 26):

Gleichung 26

$$U = \frac{\sqrt{\sum_i (U_i x_i)^2}}{\sum_i x_i}$$

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 27)

Gleichung 27

$$U = \sqrt{\sum_i (U_i)^2}$$

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 223). 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 223: Stichprobenfehler (SE) der Flächenschätzung für die LULUCF-Klassen zwischen 1990 und 2002

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	2,94	2,94	2,94	2,94	2,94	2,94	2,94	2,94	2,94	2,94	2,94	2,88	2,82	2,78	2,75
Wald-Umwandlung zu Feuchtgebieten	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,20	13,33	13,79	14,48
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
KP Entwaldung	17,52	17,52	17,52	17,52	17,52	17,52	17,52	17,52	17,52	17,52	17,52	17,42	17,27	17,10	16,90
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	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,37	2,35	2,34	2,34
Feuchtgebiets-Umwandlung zu Wald	14,77	14,77	14,77	14,77	14,77	14,77	14,77	14,77	14,77	14,77	14,77	14,60	14,46	14,35	14,27
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
KP Aufforstung	15,47	15,47	15,47	15,47	15,47	15,47	15,47	15,47	15,47	15,47	15,47	15,49	15,50	15,49	15,49
LULUCF Kategorie / Jahr	2005	2006	2007	2008	2009	2010									
Verbleibender Wald	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68									
Wald-Umwandlung zu Acker	6,86	6,85	6,84	6,83	6,82	6,81									
Wald-Umwandlung zu Grünland	2,74	2,68	2,65	2,63	2,61	2,61									
Wald-Umwandlung zu Feuchtgebieten	15,32	14,35	13,60	13,03	13,03	13,03									
Wald-Umwandlung zu Siedlungen	10,32	10,05	9,85	9,71	9,62	9,56									
Wald-Umwandlung zu Sonstigen Flächen	nd	nd	nd	nd	nd	nd									
KP Entwaldung	16,70	16,68	16,67	16,67	16,66	16,66									
Acker-Umwandlung zu Wald	4,26	4,19	4,14	4,11	4,10	4,09									
Grünland-Umwandlung zu Wald	2,34	2,30	2,27	2,25	2,25	2,25									
Feuchtgebiets-Umwandlung zu Wald	14,21	14,15	14,09	14,04	14,04	14,04									
Siedlungs-Umwandlung zu Wald	9,41	9,30	9,21	9,14	9,10	9,08									
Sonstige Flächen-Umwandlung zu Wald	28,02	27,77	27,55	27,37	27,37	27,37									
KP Aufforstung	15,48	15,51	15,55	15,62	15,63	15,64									

(nd = nicht definiert⁶⁵)

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

⁶⁵ Es gibt keine Flächen in der Landnutzungskategorie *Other Land*

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 nur der Fehler der Umrechnung von Derbholzvolumen in Baumholzvolumen kalkuliert. Die Standardabweichung der Residuen der Modelle wird in Tabelle 224 wiedergegeben.

Tabelle 224: Relativer Standardfehler der der Volumenexpansionsmodelle

Modell	Mittelwert (Baumholz) [m ³]	Standardabweichung (Residuen) [m ³]	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 225 bildet die bei der Volumenexpansion entstehenden Unsicherheiten ab. Aufgeführt sind hier nur Unsicherheiten, in denen die C-Vorräte direkt geschätzt werden konnten.

Tabelle 225: 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	–	–	–	–	–	–	–	–
KP Aufforstung	–	2,70	–	–	–	–	–	–
KP Entwaldung	2,14	2,45	–	–	2,23	–	1,93	–

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 226: 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
Esche ⁶⁶	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
Pappel ⁶⁷	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 227 bildet die bei der Volumenexpansion entstehenden Unsicherheiten ab. Aufgeführt sind hier nur Unsicherheiten, in denen die C-Vorräte direkt geschätzt werden konnten.

Tabelle 227: 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	–	–	–	–	–	–	–	–
KP Aufforstung	–	6,96	–	–	–	–	–	–
KP Entwaldung	8,21	9,23	–	–	24,46	–	8,93	–

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 216). Auch hier wird eine

⁶⁶ inkl. sonstiges Laubholz mit hoher Lebenserwartung

⁶⁷ inkl. sonstiges Laubholz mit niedriger Lebenserwartung

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 228 die Werte für den Zustand, in denen die C-Vorräte direkt geschätzt werden konnten.

Tabelle 228: 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	–	–	–	–	–	–	–	–
KP Aufforstung	–	24,79	–	–	–	–	–	–
KP Entwaldung	23,09	22,51	–	–	35,27	–	19,20	–

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 / wird geschätzt nach:

Gleichung 28

$$v\left\langle \hat{\bar{Y}}_l \right\rangle = \frac{1}{c_l(c_l - 1)} \sum_{c_l=1}^{C_l} \left(\frac{M_{l,c}}{E\left\langle M_{l,c} \right\rangle} \right)^2 (Y_{l,c} - \hat{\bar{Y}}_l)^2$$

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 29

$$v\left\langle \hat{\bar{Y}}_{st} \right\rangle = \sum_{l=1}^L \left(\frac{\lambda(U_l)}{\lambda(U)} \right)^2 v\left\langle \hat{\bar{Y}}_l \right\rangle \approx \sum_{l=1}^L \left(\frac{n_l}{n} \right)^2 v\left\langle \hat{\bar{Y}}_l \right\rangle$$

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 $v\left\langle \hat{\bar{G}}_l \right\rangle$ zwischen zwei Inventuren, deren Stichprobenelemente wiederholt aufgenommen wurden, berechnet sich nach:

Gleichung 30

$$v\left\langle \hat{\bar{G}}_l \right\rangle = v\left\langle \hat{\bar{Y}}_l^{(2)} \right\rangle + v\left\langle \hat{\bar{Y}}_l^{(1)} \right\rangle - 2r_{y^2y^1} \sqrt{v\left\langle \hat{\bar{Y}}_l^{(2)} \right\rangle} \sqrt{v\left\langle \hat{\bar{Y}}_l^{(1)} \right\rangle}$$

Mit $r_{y^2y^1} = \frac{s_{y^2y^1}}{s_{y^2y^1}}$ als Korrelationskoeffizient und:

Gleichung 31

$$s_{y^2y^1} = \frac{1}{c_l(c_l - 1)} \sum_{c_l=1}^{C_l} \left(\frac{M_{lc}}{E\left\langle M_{l,c} \right\rangle} \right)^2 (Y_{lc}^{(2)} - \hat{\bar{Y}}_l^{(2)})(Y_{lc}^{(1)} - \hat{\bar{Y}}_l^{(1)})$$

Die Varianzschätzung des flächenbezogenen Mittelwertes (Ratio-Schätzer) $v\left\langle \hat{\bar{R}}_{st} \right\rangle$ aus $\hat{\bar{Y}}_{st} / \hat{\bar{X}}_{st}$ erfolgt nach:

Gleichung 32

$$v\left\langle \hat{\bar{R}}_{st} \right\rangle = \frac{1}{(\hat{\bar{X}}_{st})^2} \sum_{l=1}^L w_l^2 \frac{\sum_{c_l=1}^{C_l} \left(\frac{M_{lc}}{E\left\langle M_{l,c} \right\rangle} \right)^2 (y_{lc} - \hat{\bar{R}}_{st} x_{lc})^2}{c_l(c_l - 1)}$$

mit:

w_i	= Stratengewicht des Stratum i
X_{st}	= Zielgröße

Die Varianz der Veränderung eines Ratioschätzers ($v\langle \hat{G}_{R_{st}} \rangle$) ist definiert durch:

Gleichung 33

$$v\langle \hat{G}_{R_{st}} \rangle = v\langle \hat{R}_{st}^{(2)} \rangle + v\langle \hat{R}_{st}^{(1)} \rangle - 2 \text{cov}\langle \hat{R}_{st}^{(2)}, \hat{R}_{st}^{(1)} \rangle$$

mit:

$$\text{cov}\langle \hat{R}_{st}^{(2)}, \hat{R}_{st}^{(1)} \rangle = \frac{1}{\hat{X}_{st}^{(2)} \hat{X}_{st}^{(1)}} \sum_{l=1}^L \left(\frac{\lambda(U_l)}{\lambda(U)} \right)^2 \frac{1}{n_{2,l}(n_{2,l}-1)} \sum_{x \in F_1 \cap S_2} \left(\frac{M(x)}{E(M(x))} \right)^2 \left(d_c^{(2)}(x) - \hat{d}_l^{(2)} \right) \left(d_c^{(1)}(x) - \hat{d}_l^{(1)} \right)$$

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 229: 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	–	–	–	–	–	–	–	–
KP Aufforstung	–	10,47	–	–	–	–	–	–
KP Entwaldung	16,33	44,95	–	–	77,30	–	39,03	–

Tabelle 230: 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	–	–	–	–	–	–	–	–
KP Aufforstung	–	10,23	–	–	–	–	–	–
KP Entwaldung	16,01	2,45	–	–	77,86	–	38,50	–

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 das die Kohlenstoffkonzentration der Streu deutlich höher gegenüber dem darunter liegenden Mineralboden ist. 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 Datengrundlage

Für etwa 25% aller beprobten Punkte der Zweitinventur liegen noch keine vollständigen Datensätze vor. Daher können die vorliegenden Ergebnisse ohne Berücksichtigung der noch fehlenden Datensätze nicht als Endergebnis der Auswertung angesehen werden.

7.2.5.3.5 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_l berechnete sich nach:

Gleichung 34

$$v\langle \bar{Y}_l \rangle = \frac{1}{n_l(n_l - 1)} \sum_{j=1}^{n_l} (Y_{lj} - \bar{Y}_l)$$

Die Varianz der mittleren Vorratsänderung des Stratum I zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2 berechnete sich bei gepaarten Stichproben nach:

Gleichung 35

$$v\langle \bar{G}_l \rangle = v\langle \bar{Y}_{lt_2} \rangle + v\langle \bar{Y}_{lt_1} \rangle - 2r_{y^2y^1} \sqrt{v\langle \bar{Y}_{lt_2} \rangle} \sqrt{v\langle \bar{Y}_{lt_1} \rangle}$$

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 36

$$v\langle \bar{G}_l \rangle = v\langle \bar{Y}_{lt_2} \rangle + v\langle \bar{Y}_{lt_1} \rangle$$

Die Gesamtvarianz über alle Straten hinweg wurde unter Berücksichtigung ihres Flächenanteils w_l / w abgeschätzt nach:

Gleichung 37

$$\nu\langle\bar{Y}\rangle \approx \sum_{l=1}^L \left(\frac{w_l}{w}\right)^2 \nu[\bar{Y}_l]$$

bzw.

Gleichung 38

$$\nu\langle\bar{G}\rangle \approx \sum_{l=1}^L \left(\frac{w_l}{w}\right)^2 \nu[\bar{G}_l]$$

Die Vorratsänderung für die Streu wurde stratifiziert als ungepaarte Stichprobe berechnet. Es ergab sich dabei ein Stichprobenfehler von $0,034 \text{ Mg ha}^{-1}$ oder 77 %. 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 $0,041 \text{ Mg ha}^{-1}$ oder 13 %.

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.

Erstmals 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 und mineralische Böden. 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 Institut für Waldökologie und Waldinventuren des Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI-WOI), 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 vTI-WOI 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 231) zeigt, dass Deutschland in den Flächenumwandlungskategorien zu Wald die höchsten Werte und damit die größten Kohlenstoffspeicheränderungen aufweist. Ähnlich hohe Speicherleistungen in diesen Kategorien haben die Niederlande, gefolgt von Polen, Großbritannien und Belgien. Bei der Kategorie verbleibende Waldfläche liegt Deutschland hingegen im unteren Bereich. Noch geringere Speicherleistungen finden sich lediglich in der Schweiz; die höchsten Speicherleistungen zeigen die Niederlande und Österreich.

Bei der toten organischen Substanz (siehe Tabelle 232) zeigt Deutschland bei den Flächenumwandlungen zu Wald ähnliche Speicherleistungen wie Dänemark und Frankreich. Die höchsten Speicherleistungen finden sich hier bei Österreich. Bei der verbleibenden Waldfläche liegt Deutschland im mittleren Bereich. Die größten Kohlenstoffspeicher zeigen hier Dänemark, Großbritannien, die Schweiz und Frankreich; die kleinsten finden sich bei den Niederlanden, Österreich und Belgien.

Bei den mineralischen Böden (siehe Tabelle 233) weist Deutschland die höchsten Kohlenstoffverluste bei Umwandlung zu Wald auf, bedingt durch relative hohe Verluste aus Grünland und Feuchtgebieten. Auch Dänemark hat in diesen Kategorien Verluste zu verzeichnen. Geringe Speicherleistungen finden sich hingegen bei Frankreich, Großbritannien und der Tschechischen Republik; die größten Speicher sind bei Polen, Österreich und Belgien zu finden. Für die verbleibende Waldfläche berichtet Deutschland aktuell keine Zahlen.

Aufgrund fehlender Daten der Nachbarländer zum Kohlenstoffvorratsverlust organischer Böden wurde auf einen Vergleich verzichtet.

Tabelle 231: Kohlenstoffvorratsveränderung der lebenden Biomasse verschiedener Länder (Deutschland für 2010, übrige Länder für 2009)

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	1,17	0,97	1,18	1,18	1,18	-0,27	1,18
BEL	0,59	2,30	2,23	2,31	2,27	2,26	2,42
CHE	0,10	0,20	1,27	0,18	0,10	0,73	0,20
CZE	0,84	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	NA
DNK	0,99	0,59	0,53	0,83	0,72	NA	0,66
FRA	0,77	1,23	1,62	1,16	1,16	1,38	1,17
GBR	0,52	2,54	2,44	2,56	IE	2,48	NO
GER	0,43	4,12	4,12	4,12	4,15	4,09	4,15
NLD	1,70	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25
POL	0,85	2,58	2,58	2,58	NO	NO	NO

Quelle: UNFCCC 2011

Tabelle 232: Kohlenstoffvorratsveränderung der toten organischen Masse verschiedener Länder (Deutschland für 2010, übrige Länder für 2009)

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	0,04	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
BEL	0,06	NO	NO	NO	NO	NO	NO
CHE	0,15	0,10	0,01	0,10	0,13	0,07	0,13
CZE	NO	NA, NO	NO	NO	NO	NO	NA
DNK	0,35	0,49	0,49	0,49	0,49	NA	0,49
FRA	0,13	0,33	0,51	0,29	0,49	0,40	0,42
GBR	0,19	0,09	0,10	0,09	IE	0,09	0,09
GER	0,09	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
NLD	0,03	NE	NE	NE	NE	NE	NE
POL	NO				NO	NO	NO

Quelle: UNFCCC 2011

Tabelle 233: Kohlenstoffvorratsveränderung der mineralischen Böden verschiedener Länder (Deutschland für 2010, übrige Länder für 2009)

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	1,35	2,27	0,22	3,80	3,16	3,81
BEL	0,58	0,80	2,31	0,59	-0,28	0,00	0,00
CHE	IE, NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
CZE	NO	0,16	0,49	0,04	NO	NO	NA
DNK	NA	-0,16	-0,11	-0,22	0,40	NA	-0,22
FRA		0,06	0,80	-0,05		0,04	
GBR	0,27	0,14	0,30	0,11	IE	0,25	0,18
GER	NR	-0,26	0,10	-0,69	-0,53	0,17	0,32
NLD	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
POL	0,53	1,98	2,31	0,73	NO	NO	NO

Quelle: UNFCCC 2011

7.2.7 Quellspezifische Rückrechnungen (5.A)

Für den gesamten LULUCF-Sektor wurde durch Empfehlungen des In Country Review 2010 (UNFCCC, 2011) eine Neuberechnung der Landnutzungsmatrix notwendig. Für den Forstbereich ist im Kapitel 7.2.3.2 die neue Matrix abgebildet. Durch die Veränderung der Flächen ändern sich auch die davon abhängigen Emissionen. Auf eine Gegenüberstellung

der aktuellen Aktivitätsdaten mit den vorjährigen wird verzichtet, da durch die Einführung der *transition time* mit Werten ab 1970 die Daten nicht vergleichbar sind.

7.2.7.1 Verbleibender Wald

Alle Veränderungen der Emissionen der Pools organische Böden, Biomasse und Totholz gegenüber der Submission 2010 sind auf veränderte Aktivitätsdaten zurückzuführen (siehe Kapitel 7.1.3). Eine Gegenüberstellung der Emissionen der aktuellen mit der vorjährigen Submission ist in Tabelle 234 zu finden. Die Veränderung bei der Drainage ist darauf zurückzuführen, dass in der Submission 2011 ein falscher Emissionsfaktor verwendet wurde. Anstelle des N₂O-Emissionsfaktors wurde der N₂O-N-Emissionsfaktor (= 0,600 kg ha⁻¹) benutzt. Dieser Fehler wurde in der Submission 2012 korrigiert. Der korrekte N₂O-Emissionsfaktor beträgt 0,943 kg ha⁻¹.

Tabelle 234: Vergleich der aus den Submissions 2012 und 2011 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 2012	-66.062,950	-66.122,421	-66.181,771	-66.241,000	-66.300,107	-66.359,091	-66.417,952	-66.476,689	-66.535,303	-66.593,791
Gesamt 2011	-70.944,168	-70.899,805	-70.855,447	-70.811,092	-70.766,742	-70.722,396	-70.678,055	-70.633,717	-70.589,384	-70.545,056
Organische Böden 2012	497,298	499,519	501,740	503,961	506,182	508,403	510,624	512,845	515,066	517,287
Organische Böden 2011	581,806	582,679	583,549	584,415	585,277	586,135	586,989	587,838	588,684	589,526
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
Biomasse 2011	-67.788,594	-67.747,568	-67.706,542	-67.665,516	-67.624,491	-67.583,465	-67.542,439	-67.501,413	-67.460,388	-67.419,362
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
Totholz 2011	-3.780,782	-3.778,384	-3.775,986	-3.773,588	-3.771,189	-3.768,791	-3.766,393	-3.763,995	-3.761,596	-3.759,198
N ₂ O aus Drainage 2012	58,297	58,557	58,817	59,078	59,338	59,599	59,859	60,119	60,380	60,640
N ₂ O aus Drainage 2011	43,402	43,467	43,532	43,597	43,661	43,725	43,789	43,852	43,915	43,978
[Gg CO ₂ eq a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2012	-66.652,155	-66.796,996	-19.263,832	-19.291,896	-19.319,883	-19.347,791	-19.377,507	-19.407,152	-19.436,726	-19.478,931
Gesamt 2011	-70.500,731	-70.456,411	-20.699,398	-20.684,873	-20.670,352	-20.655,835	-20.641,322	-20.626,814	-20.612,309	-20.597,809
Organische Böden 2012	519,508	523,409	527,310	531,211	535,111	539,012	542,836	546,660	550,484	554,706
Organische Böden 2011	590,364	591,199	592,029	592,855	593,677	594,496	595,311	596,121	596,928	597,732
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
Biomasse 2011	-67.378,336	-67.337,310	-17.583,588	-17.572,349	-17.561,110	-17.549,871	-17.538,632	-17.527,393	-17.516,154	-17.504,915
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
Totholz 2011	-3.756,800	-3.754,402	-3.752,004	-3.749,605	-3.747,207	-3.744,809	-3.742,411	-3.740,013	-3.737,614	-3.735,216
N ₂ O aus Drainage 2012	60,900	61,358	61,815	62,272	62,729	63,187	63,635	64,083	64,531	65,027
N ₂ O aus Drainage 2011	44,041	44,103	44,165	44,226	44,288	44,349	44,410	44,470	44,530	44,590

7.2.7.2 Neuwaldfläche

Für die mineralischen Böden wurden durch die Verwendung der neuen Methode veränderte Emissionsfaktoren hergeleitet. Weiterführende Informationen sind im Kapitel 7.1.5 zu finden. Auch bei der Biomasse wurden durch die Methodenumstellung andere Emissionsfaktoren für die Vornutzung verwendet (siehe Kapitel 7.1.7). Bei der Streu erfolgte eine Anpassung der Emissionsfaktoren durch eine erweiterte Datengrundlage aus den Erhebungen BZE II und BioSoil (siehe Kapitel 7.2.4.3). Neben den oben genannten Anpassungen bei den Emissionsfaktoren sind auch alle Änderungen der Emissionen auf veränderte Aktivitätsdaten zurückzuführen (siehe Kapitel 7.1.3). In Tabelle 235 sind die aktuellen Werte den Vorjahreswerten gegenübergestellt.

Tabelle 235: Rekalkulation der der aus den Submissionen 2012 und 2011 berichteten Emissionen [Gg CO₂-Äquivalente] aus der Landnutzungsänderung zu Wald (5.A.2)

[Gg CO ₂ a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gesamt 2012	-7286,756	-7276,503	-7289,315	-7262,454	-7273,734	-7264,995	-7254,873	-7248,217	-7249,443	-7240,039
Gesamt 2011	934,199	695,809	423,929	152,048	-119,832	-391,712	-663,592	-935,472	-1207,352	-1479,232
Mineralböden 2012	587,377	587,377	587,377	587,377	587,377	587,377	587,377	587,377	587,377	587,377
Mineralböden 2011	-4,034	-8,069	-12,103	-16,137	-20,171	-24,206	-28,240	-32,274	-36,308	-40,343
Organische Böden 2012	87,026	87,026	87,026	87,026	87,026	87,026	87,026	87,026	87,026	87,026
Organische Böden 2011	2,902	5,803	8,705	11,607	14,509	17,410	20,312	23,214	26,116	29,017
Biomasse 2012	-6961,703	-6953,702	-6968,767	-6944,159	-6957,691	-6951,205	-6943,336	-6938,933	-6942,411	-6935,260
Biomasse 2011	968,057	763,526	525,504	287,483	49,461	-188,560	-426,582	-664,603	-902,625	-1.140,646
Streu 2012	-999,457	-997,204	-994,952	-992,699	-990,446	-988,193	-985,941	-983,688	-981,435	-979,182
Streu 2011	-32,726	-65,452	-98,178	-130,904	-163,630	-196,357	-229,083	-261,809	-294,535	-327,261
[Gg CO ₂ a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2012	-7242,305	-8260,724	-7984,099	-7709,624	-7397,890	-7118,630	-6720,643	-6366,785	-6011,502	-5897,210
Gesamt 2011	-1751,113	-2022,993	-2294,873	-2566,753	-2838,633	-3110,513	-3407,110	-3804,262	-3840,091	-4109,391
Mineralböden 2012	587,377	562,499	537,620	512,742	487,863	462,985	438,830	414,676	390,522	361,868
Mineralböden 2011	-44,377	-48,411	-52,445	-56,480	-60,514	-64,548	-68,582	-72,617	-76,651	-80,685
Organische Böden 2012	87,026	83,761	80,497	77,232	73,968	70,703	66,902	63,100	59,299	55,057
Organische Böden 2011	31,919	34,821	37,723	40,624	43,526	46,428	49,330	52,231	55,133	58,035
Biomasse 2012	-6939,779	-7964,247	-7693,523	-7424,803	-7118,675	-6844,873	-6459,087	-6117,250	-5773,809	-5674,125
Biomasse 2011	1.378,668	1.616,689	1.854,711	2.092,732	2.330,754	2.568,775	2.831,513	3.194,807	3.196,778	-3.432,219
Streu 2012	-976,929	-942,737	-908,692	-874,795	-841,046	-807,444	-767,288	-727,311	-687,514	-640,011
Streu 2011	-359,987	-392,713	-425,439	-458,165	-490,891	-523,617	-556,343	-589,070	-621,796	-654,522

7.2.8 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5.A)

7.2.8.1 Landnutzungsänderungen

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).

Mit der zurzeit durchgeführten Bundeswaldinventur 3 (BWI 3) wird dem stichprobenbasierten Informationssystem für die Bestimmung der Aktivitätsdaten ein wichtiger Datensatz zur Verfügung gestellt. Die Ergebnisse 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.

7.2.8.2 Streu und mineralische Böden

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.

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.

7.3 Ackerland (5.B)

7.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (5.B)

CRF 5.B	Gas	HK		1990		2010		Trend
				Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Cropland	CO ₂	L	T/T2	28.761,1	2,35%	28.272,8	2,96%	-1,70%
Cropland	N ₂ O	-	-	199,4	0,02%	185,2	0,02%	-7,17%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS	RS/NS	CS ⁶⁸
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 2010 28.458 Gg CO₂-äquivalent. Dabei entfielen 25.104 Gg CO₂ auf die Freisetzung aus ackerbaulich genutzten Mooren; 1.388 Gg CO₂ wurden nach Umwandlung zu Acker aus mineralischen Böden freigesetzt, 135 Gg CO₂ nach Umwandlung zu Acker aus der Biomasse. Durch die Zersetzung von Totholz und Streu im Zusammenhang mit Entwaldungsmaßnahmen fielen 8 Gg CO₂ an. Durch Kalkung emittierten zusätzlich 1.638 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 185 Gg CO₂-Äquivalente.

Die Zeitreihen der Emissionen aus dem Ackerland (siehe Abbildung 59 und Abbildung 60 sowie Tabelle 242 und Tabelle 243 im Kapitel 7.3.7) verdeutlichen, dass die Summe der Treibhausgasemissionen aus dem Ackerland stagniert. So ist 2010 gegenüber dem Basisjahr nur ein geringer Rückgang von 504 Gg CO₂-Äquivalenten (-1,74 %) zu verzeichnen.

Die Zunahmen der Emissionen aus organischen Böden (791 Gg CO₂ $\triangleq$ 3,3 %) und aus der Kalkung (479 Gg CO₂ $\triangleq$ 41 %) werden durch Abnahmen der Biomasseemissionen (-1.336 Gg CO₂ $\triangleq$ -91 %) und der toten organischen Substanz (-328 Gg CO₂ $\triangleq$ -98 %) sowie der Mineralbodenemissionen (CO₂: -97 Gg CO₂ $\triangleq$ -6,5 %; N₂O: -14 Gg CO₂-Äquivalente $\triangleq$ -7,2 %) mehr als ausgeglichen. Der deutliche Rückgang der Emissionen durch Verluste von Biomasse und toter organischer Substanz ist insbesondere auf die Abnahme der Entwaldung zurückzuführen.

⁶⁸ 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.

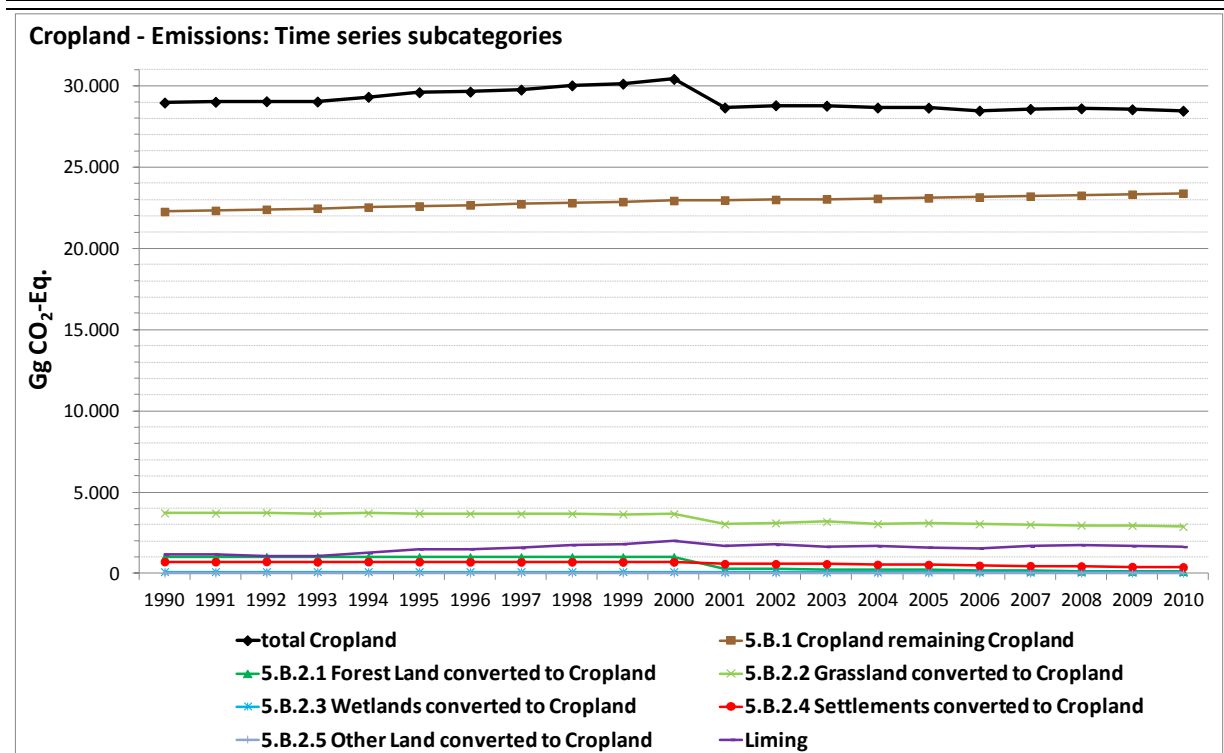


Abbildung 59: Treibhausgasemissionen [Gg CO₂-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Ackerland von 1990 – 2010 nach Subkategorien

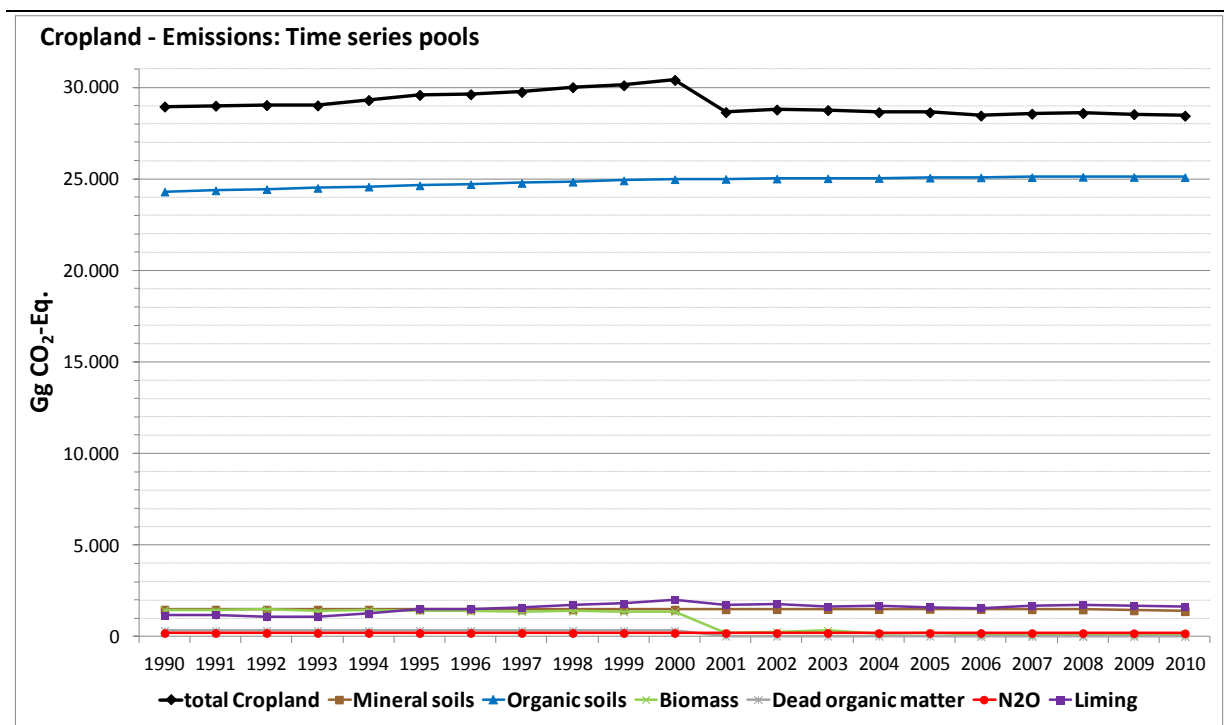


Abbildung 60: Treibhausgasemissionen [Gg CO₂-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Ackerland von 1990 – 2010 nach Pools

7.3.2 Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungsdatenbanken (5.B)

Siehe Kapitel 7.1.3.

7.3.3 Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.B)

Siehe Kapitel 7.1.4.

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

7.3.4.2.1 Kohlenstoffvorräte in der Biomasse von perennierenden Ackerkulturen

Die Kohlenstoffvorräte in der Biomasse von perennierenden Ackerkulturen wurden neu mit nationalen Daten berechnet. Die Datengrundlage, Einzelfaktoren und Methodik sind in Kapitel 19.5.3.1 beschrieben. Tabelle 236 zeigt als Ergebnis den Kohlenstoffvorrat für Flächen mit perennierenden Ackerkulturen.

Tabelle 236: Flächengewichteter Mischwert des Kohlenstoffvorrates [Mg ha⁻¹] für perennierende Ackerkulturen (± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)

Perennierende Kulturen	Kohlenstoffvorrat [Mg C ha ⁻¹]		
	Bio _{total}	Bio _{oberirdisch}	Bio _{unterirdisch}
Acker: Perennierende Kulturen	11,73 ± 2,90	8,73 ± 2,24	2,99 ± 1,30

7.3.4.2.2 Kohlenstoffvorräte in der Biomasse von annuellen Ackerkulturen

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, Endiviensalat, 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 RÖSEMANN et al. (2011) 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 237 dargestellt.

Tabelle 237: 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 $\pm$ 0,48	4,84 $\pm$ 0,37	1,19 $\pm$ 0,32
1991	6,27 $\pm$ 0,50	5,07 $\pm$ 0,38	1,21 $\pm$ 0,32
1992	5,81 $\pm$ 0,46	4,71 $\pm$ 0,36	1,10 $\pm$ 0,29
1993	6,57 $\pm$ 0,52	5,32 $\pm$ 0,40	1,25 $\pm$ 0,33
1994	6,15 $\pm$ 0,49	4,97 $\pm$ 0,38	1,18 $\pm$ 0,31
1995	6,35 $\pm$ 0,51	5,14 $\pm$ 0,39	1,21 $\pm$ 0,32
1996	6,60 $\pm$ 0,52	5,35 $\pm$ 0,40	1,24 $\pm$ 0,33
1997	6,73 $\pm$ 0,54	5,46 $\pm$ 0,41	1,27 $\pm$ 0,34
1998	6,62 $\pm$ 0,53	5,37 $\pm$ 0,40	1,25 $\pm$ 0,33
1999	6,84 $\pm$ 0,54	5,56 $\pm$ 0,42	1,29 $\pm$ 0,34
2000	6,70 $\pm$ 0,53	5,45 $\pm$ 0,41	1,25 $\pm$ 0,33
2001	6,99 $\pm$ 0,56	5,67 $\pm$ 0,43	1,31 $\pm$ 0,35
2002	6,45 $\pm$ 0,51	5,25 $\pm$ 0,40	1,21 $\pm$ 0,32
2003	5,82 $\pm$ 0,46	4,75 $\pm$ 0,36	1,07 $\pm$ 0,29
2004	7,32 $\pm$ 0,58	5,95 $\pm$ 0,45	1,36 $\pm$ 0,36
2005	6,96 $\pm$ 0,55	5,64 $\pm$ 0,42	1,32 $\pm$ 0,35
2006	6,56 $\pm$ 0,52	5,30 $\pm$ 0,40	1,26 $\pm$ 0,33
2007	6,84 $\pm$ 0,54	5,54 $\pm$ 0,42	1,31 $\pm$ 0,35
2008	7,33 $\pm$ 0,58	5,92 $\pm$ 0,45	1,40 $\pm$ 0,37
2009	7,51 $\pm$ 0,60	6,08 $\pm$ 0,46	1,43 $\pm$ 0,38
2010	7,01 $\pm$ 0,56	5,67 $\pm$ 0,43	1,35 $\pm$ 0,36

7.3.4.2.3 Gesamte Kohlenstoffvorräte in der Biomasse Ackerland

Die gesamte Biomasse in Ackerland wird als flächengewichteter jährlicher Kohlenstoffvorrat nach Gleichung 39 berechnet.

Gleichung 39:

$$EF_{\text{crop}} = (EF_{\text{Holz}} * A_{\text{Holz}} + EF_{\text{annuell}} * A_{\text{annuell}}) / (A_{\text{Holz}} + A_{\text{annuell}})$$

Die in Tabelle 238 dargestellten Werte werden allen Berechnungen bezgl. Biomasse im Zusammenhang mit Landnutzungsänderungen im Ackerland- und Gartenlandbereich zugrunde gelegt.

Tabelle 238: Flächengewichteter Mischwert des Kohlenstoffvorrates [Mg C ha^{-1}] in der Biomasse von Ackerland in Deutschland ($\pm$ Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)

Jahr	Kohlenstoffvorrat [Mg C ha^{-1}]		
	Bio _{total}	Ackerland _{annuell} Bio _{oberirdisch}	Bio _{unterirdisch}
1990	6,11 $\pm$ 0,48	4,89 $\pm$ 0,36	1,22 $\pm$ 0,32
1991	6,35 $\pm$ 0,50	5,12 $\pm$ 0,38	1,23 $\pm$ 0,32
1992	5,89 $\pm$ 0,46	4,77 $\pm$ 0,36	1,12 $\pm$ 0,29
1993	6,64 $\pm$ 0,52	5,37 $\pm$ 0,40	1,28 $\pm$ 0,33
1994	6,23 $\pm$ 0,49	5,03 $\pm$ 0,37	1,20 $\pm$ 0,31
1995	6,43 $\pm$ 0,51	5,20 $\pm$ 0,39	1,23 $\pm$ 0,32
1996	6,67 $\pm$ 0,53	5,40 $\pm$ 0,40	1,27 $\pm$ 0,33
1997	6,80 $\pm$ 0,54	5,51 $\pm$ 0,41	1,30 $\pm$ 0,34
1998	6,70 $\pm$ 0,53	5,42 $\pm$ 0,40	1,28 $\pm$ 0,33
1999	6,92 $\pm$ 0,54	5,60 $\pm$ 0,42	1,31 $\pm$ 0,34
2000	6,78 $\pm$ 0,53	5,50 $\pm$ 0,41	1,28 $\pm$ 0,33
2001	7,06 $\pm$ 0,56	5,72 $\pm$ 0,43	1,34 $\pm$ 0,35
2002	6,53 $\pm$ 0,51	5,30 $\pm$ 0,40	1,23 $\pm$ 0,32
2003	5,89 $\pm$ 0,46	4,80 $\pm$ 0,36	1,10 $\pm$ 0,29
2004	7,38 $\pm$ 0,58	5,99 $\pm$ 0,45	1,39 $\pm$ 0,36
2005	7,03 $\pm$ 0,55	5,68 $\pm$ 0,42	1,34 $\pm$ 0,35
2006	6,63 $\pm$ 0,52	5,34 $\pm$ 0,40	1,28 $\pm$ 0,33
2007	6,91 $\pm$ 0,54	5,58 $\pm$ 0,42	1,33 $\pm$ 0,35
2008	7,38 $\pm$ 0,58	5,96 $\pm$ 0,44	1,42 $\pm$ 0,37
2009	7,57 $\pm$ 0,60	6,12 $\pm$ 0,46	1,45 $\pm$ 0,38
2010	7,07 $\pm$ 0,56	5,70 $\pm$ 0,43	1,37 $\pm$ 0,36

7.3.4.3 Mineralische Böden

Für Flächen unter verbleibender Nutzung wird keine signifikante Änderung der Kohlenstoffvorräte in Mineralböden ausgewiesen. Diese Annahme wird durch Ergebnisse auf 140 regionalen Langzeituntersuchungsflächen belegt (vgl. FORTMANN et al. in Veröffentlichung und BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT 2007). Die Berechnung der CO_2 -Emissionen infolge der Umwandlung von Landflächen in Ackerland ist in Kapitel 7.1.5, die Emissionsfaktoren auch in Tabelle 240 (Kapitel 7.3.5), die Herleitung der Emissionsfaktoren in Kapitel 19.5.2 beschrieben. Tabelle 239 zeigt die über alle Landnutzungskategorien gemittelten jährlichen Emissionsfaktoren bei Umwandlung zu Ackerland.

Tabelle 239: Über alle Landnutzungskategorien gemittelte jährliche Emissionsfaktoren bei Umwandlung zu Ackerland [$\text{MgC ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]

Impliziter Emissionsfaktor Mineralboden - Ackerland [$\text{MgC ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]											
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
IEF	-0,57	-0,57	-0,57	-0,57	-0,57	-0,57	-0,57	-0,57	-0,57	-0,57	-0,57
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
IEF	-0,57	-0,58	-0,59	-0,60	-0,60	-0,61	-0,62	-0,63	-0,63	-0,64	

Die N_2O -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 $\text{Mg N}_2\text{O-N pro Mg N}$ verrechnet (IPCC GPG 2003). Die so ermittelten N_2O -Emissionsfaktoren und ihre Unsicherheiten sind in Tabelle 240 (Kapitel 7.3.5) dargestellt. Die C/N-Verhältnisse wurden

aus den Leitprofildaten 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.

Durch die stöchiometrische Ableitung der CO₂-Emissionen aus den Kalkmengen, sind die Unsicherheiten auch bezüglich der Emissionsfaktoren gleich 0.

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 240 zeigt die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren des Ackerlandsektors, unterschieden nach Pools und Subkategorien.

Tabelle 240 unterstreicht, dass Verteilungen aus natürlichen Prozessen meist 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 und die Schranken bezeichnen die Hälfte des 95 % - Konfidenzintervalls.

Die Unsicherheiten für die Aktivitätsdaten, die Flächen, sind in Tabelle 339 in Kapitel 19.5.4 dargestellt. Diese sind normalverteilt und die Hälfte des 95 % - Konfidenzintervalls beträgt im Ackerlandbereich zwischen 0,5 – 74 %. 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 0,55 %.

Tabelle 339 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 Kalkung sind lognormalverteilt; die untere Schranke beträgt -0,5 %, die obere Schranke + 3,5 % vom Lagemaß. Die Unsicherheit gründet auf dem Umstand, dass die der Forstwirtschaft veräußerten Mengen nicht nach Kalkart getrennt sondern summarisch erfasst werden. Entsprechend der hier möglichen maximalen Verschiebungen, ergibt sich diese Spannweite der Ergebnisse. Die Erhebung zur Erfassung der Aktivitätsdaten ist eine statistische Vollerhebung. Diese ist gesetzlich verankert und für alle Betroffenen besteht Auskunftspflicht. So sind die Aktivitätsdaten als vollständig zu betrachten und mit keinen statistischen Unsicherheiten zu versehen. Der Emissionsfaktor ergibt sich aus stöchiometrischen Umrechnungen und birgt damit ebenfalls keine weiteren Unsicherheiten.

Tabelle 240: Unsicherheiten von Emissionsfaktoren [in % vom Lagemaß] zur Berechnung der THG-Emissionen aus dem Ackerland Deutschlands 2010, unterschieden nach Pool und Subkategorie; positiv: C-Senke bzw. N₂O-Emission; negativ: C-Quelle

Ackerland Landnutzung _{vor} Mineralboden CO ₂ -C ⁶⁹	Fläche Landnutzung _{nach}	Emissionsfaktor [Mg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	Schranken	
			obere [%]	untere [%]
Wald	Acker	-0,10	35	26
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 ⁷⁰		[kg N ₂ O-N ha ⁻¹ a ⁻¹]	[%]	[%]
Wald	Acker	0,08	88	84
Grünland i.e.S.	Acker	0,86	94	85
Gehölze	Acker	0,67	95	85
Terr. Feuchtgebiete	Acker	0,57	88	85
Organischer Boden		[Mg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	[%]	[%]
	Acker	-11,00	50	50
Biomasse ⁷¹		[Mg C ha ⁻¹ 1 a ⁻¹]	[%]	[%]
Wald	Acker	-25,56	29	29
Grünland i.e.S.	Acker	0,39	13	13
Gehölze	Acker	-39,63	171	60
Terr. Feuchtgebiete	Acker	-13,04	113	40
Gewässer	Acker	7,07	8	8
Siedlungen	Acker	-6,34	113	40
Sonstige Fläche	Acker	7,07	8	8
Tote organische Substanz ⁷²		[Mg C ha ⁻¹ 1 a ⁻¹]	[%]	[%]
Wald	Acker	-21,97	35	56

Die Berechnungen sind für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 – 2010 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 durchgeführt.

Die zur Erstellung dieses Inventars verwendeten Datenquellen erfüllen die Prüfkriterien des QSE – Handbuchs für Datenquellen. Intern wird die Prozessierung von Daten mittels Quersummenvergleichen überprüft. Bezüglich der Qualitätssicherung der Eingangsdaten (ATKIS®, BÜK, Officialstatistik) wird auf die Datenhalter verwiesen.

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

⁶⁹ Berechnung über 20 Jahre

⁷⁰ Berechnung über 20 Jahre

⁷¹ Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

⁷² Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

höhere Intensität der Nutzung und Dränage in Deutschland als in Nachbarstaaten. Bei Landnutzungsänderung zu Acker gilt bei organischen 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 leicht über dem europäischen Durchschnitt, wobei Lachgas in einigen Mitgliedsstaaten nicht und in Dänemark und Schweden offensichtlich nicht nur aus Mineralböden berücksichtigt wird.

Tabelle 241: Vergleich impliziter Emissionsfaktoren (IEF) unterschiedlicher Pools im Ackerlandsektor innerhalb Europas

Mittlere Emissionsfaktoren (IEF) NIR 2009	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	-1,06	0,042	-0,040	1,06
Belgien	NO	-1,83	-0,091	NO	NE
Tschechische Republik	NO	-0,35	-0,091	-0,002	0,39
Dänemark	-8,33	0,18	-0,069	-0,035	7,41
Frankreich	0,00	-0,84	-0,169	-0,015	-0,78
Niederlande	IE	NE	-0,705	-0,228	NE
Polen	-1,00	NA,NO,NE	NA,NO,NE	NA,NO,NE	NA,NE
Schweden	-3,73	-0,36	-0,362	-0,091	2,50
Schweiz	-9,52	-0,21	-0,076	-0,001	0,56
Großbritannien	-1,95	-0,60	-0,008	IE,NO	0,25
Europäische Union (15)	-7,35	-0,80	-0,073	-0,008	0,56
Europäische Union (27)	-5,20	-0,83	-0,079	-0,010	0,58
Deutschland 2009	-11,00	-0,63	-0,047	-0,0035	0,64
Deutschland 2010	-11,00	-0,64	-0,058	-0,0037	0,64

positiv: C-Senke bzw. N₂O-Emission; negativ: C-Quelle bzw. N₂O-Einbindung

7.3.7 Quellenspezifische Rückrechnungen (5.B)

Mit der diesjährigen Berichterstattung werden aufgrund der Umstellung des Berichtssystems weitgehend neu berechnete Daten für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 – 2010 vorgelegt. Erstmals wird auch eine Zeitreihe für Emissionen im Zusammenhang mit toter organischer Substanz infolge von Entwaldung vorgestellt. Mit den methodischen Änderungen wurden alle Forderungen des in-country-review 2010 umgesetzt (Kapitel 7.1.2). Die Neuberechnung wurde nötig, da das Verfahren zur Ermittlung der Landnutzungsänderungsmatrix umgestellt (siehe Kapitel 7.1.3) und erstmalig für den gesamten LULUCF-Sektor eine Übergangszeit von 20 Jahren eingeführt wurde. Außerdem wurde die Berechnungsmethode zur Bestimmung der Emissionen aus Mineralböden infolge

von Landnutzungsänderung geändert und für die Kategorien 5.B – 5.F nahezu alle Emissionsfaktoren außer denen für organische Böden ersetzt. Wegen der zahlreichen Änderungen sind die 2012 und 2011 berichteten Emissionen (Tabelle 242 und Tabelle 243) nicht direkt miteinander vergleichbar.

Tabelle 242: Vergleich der 2012 und 2011 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 2012	22.256	22.323	22.391	22.458	22.526	22.594	22.661	22.729	22.796	22.864
Gesamt 2011	21.565	21.645	21.724	21.804	21.884	21.964	22.044	22.123	22.203	22.283
Mineralböden 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mineralböden 2011	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58
Organische Böden 2012	22.256	22.323	22.391	22.458	22.526	22.594	22.661	22.729	22.796	22.864
Organische Böden 2011	22.105	22.185	22.264	22.344	22.424	22.504	22.584	22.663	22.743	22.823
Biomasse 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse 2011	-482	-482	-482	-482	-482	-482	-482	-482	-482	-482
[Gg a ⁻¹ CO ₂ -Äqu.]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2012	22.931	22.964	22.996	23.029	23.061	23.093	23.147	23.200	23.253	23.317
Gesamt 2011	22.363	22.442	22.522	22.602	22.681	22.761	22.921	22.308	23.219	22.999
Mineralböden 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mineralböden 2011	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-21	-38	33	-22
Organische Böden 2012	22.931	22.964	22.996	23.029	23.061	23.093	23.147	23.200	23.253	23.317
Organische Böden 2011	22.903	22.982	23.062	23.142	23.221	23.301	23.491	23.112	23.407	23.391
Biomasse 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse 2011	-482	-482	-482	-482	-482	-482	-549	-766	-221	-370

positiv: Emission; negativ: Senke

Tabelle 243: Vergleich der 2012 und 2011 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 2012	5.546	5.512	5.578	5.473	5.532	5.505	5.472	5.454	5.470	5.440
Gesamt 2011	6.622	6.622	6.622	6.622	6.621	6.621	6.621	6.621	6.621	6.620
Mineralböden 2012	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484
Mineralböden 2011	6.238	6.238	6.238	6.238	6.238	6.238	6.238	6.238	6.238	6.238
Organische Böden 2012	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057
Organische Böden 2011	374	374	374	374	374	374	374	374	374	374
Biomasse 2012	1.469	1.435	1.500	1.394	1.452	1.424	1.391	1.372	1.387	1.356
Biomasse 2011	-697	-697	-697	-698	-698	-698	-698	-698	-698	-699
Tote organische Substanz 2012	336	336	337	338	339	340	340	341	342	343
Tote organische Substanz 2011	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE
N ₂ O aus Humusverlust 2012	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199
N ₂ O aus Humusverlust 2011	707	707	707	707	707	707	707	707	707	707
[Gg a ⁻¹ CO ₂ -Äqu.]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2012	5.460	3.978	4.026	4.091	3.909	3.941	3.771	3.697	3.606	3.544
Gesamt 2011	6.620	6.620	6.617	6.617	6.617	6.617	4.920	7.174	5.661	2.777
Mineralböden 2012	1.484	1.490	1.496	1.502	1.507	1.513	1.503	1.492	1.482	1.435
Mineralböden 2011	6.238	6.238	6.238	6.238	6.238	6.238	4.351	6.826	5.099	2.553
Organische Böden 2012	2.057	2.041	2.026	2.010	1.994	1.978	1.941	1.904	1.867	1.795
Organische Böden 2011	374	374	374	374	374	374	263	439	186	91
Biomasse 2012	1.375	215	273	347	175	215	118	93	51	115
Biomasse 2011	-699	-699	-702	-702	-703	-703	-282	-1.007	-336	-222
Tote organische Substanz 2012	344	31	31	32	32	32	8	8	8	8
Tote organische Substanz 2011	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE
N ₂ O aus Humusverlust 2012	199	200	201	201	202	203	201	199	198	191
N ₂ O aus Humusverlust 2011	707	707	707	707	707	707	588	916	712	354

7.3.8 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (5.B)

Aktivitätsdaten:

- Verbesserung der Flächendaten für organische Böden unter Acker: laufendes Forschungsprojekt.
- Validierung der Flächendaten von 1990 (s. Kapitel 7.2.8.1, 1. Abs.).

Emissionsfaktoren:

Mineralböden: Bodenzustandserhebung Landwirtschaft: Erzeugung nationaler Messdaten der C-Vorräte für Acker und Grünland; schrittweise Überarbeitung der Datengrundlage für Mineralböden (vgl. Kapitel 7.2.8.2).

Organische Böden: Treibhausgasmessungen zur Verbesserung bzw. Validierung der nationalen Emissionsfaktoren: laufendes Forschungsprojekt.

7.4 Grünland (5.C)

7.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (5. C)

CRF 5.C	Gas	HK	1990		2010		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
Grassland	CO ₂	L	-/T2	11.561,9	0,95%	9.049,9	0,95%	-21,73%

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 2010 betrugen die anthropogen bedingten CO₂-Nettoemissionen aus Grünland 9.050 Gg CO₂. Durch die Entwässerung organischer Grünlandböden wurden 11.201 Gg CO₂ freigesetzt. Durch Landnutzungsänderung wurden 1.075 Gg CO₂ in Mineralböden und 1.120 Gg CO₂ in die Biomasse eingebunden. Die Verluste durch Zersetzung von Totholz und Streu aus der Entwaldung betrugen 44 Gg CO₂.

Der Verlauf der Zeitreihen der Emissionen aus dem Grünland zeigt einen eindeutigen Trend (siehe Abbildung 61 und Abbildung 62 sowie Tabelle 248 in Kapitel 7.4.5). Die Emissionen aus dem Grünland nehmen ab. Im Jahre 2010 betrug der Rückgang gegenüber dem Basisjahr -22 %. Der Trend aller Poolkurven zeigt abnehmende Tendenz. Im Mineralboden ist die Zunahme der Senkenfunktion um 5,2 % moderat, genau wie die Abnahme der Emissionen aus organischen Böden (-3,9 %). Besonders wird der Verlauf der Summenkurve jedoch durch Werte für die Biomasse beeinflusst. Gegenüber dem Basisjahr hat die Senkenfunktion um 439 % zugenommen. Im Wesentlichen ist dies auf die Aufgabe von Ackerflächen zurückzuführen, die anschließend verbuschen. Der Rückgang der Entwaldung führte zu einer deutlichen Abnahme der Emissionen aus toter organischer Substanz (-92,7 %) und leistet somit einen weiteren Beitrag zum Rückgang der Nettoemissionen aus dem Grünlandsektor.

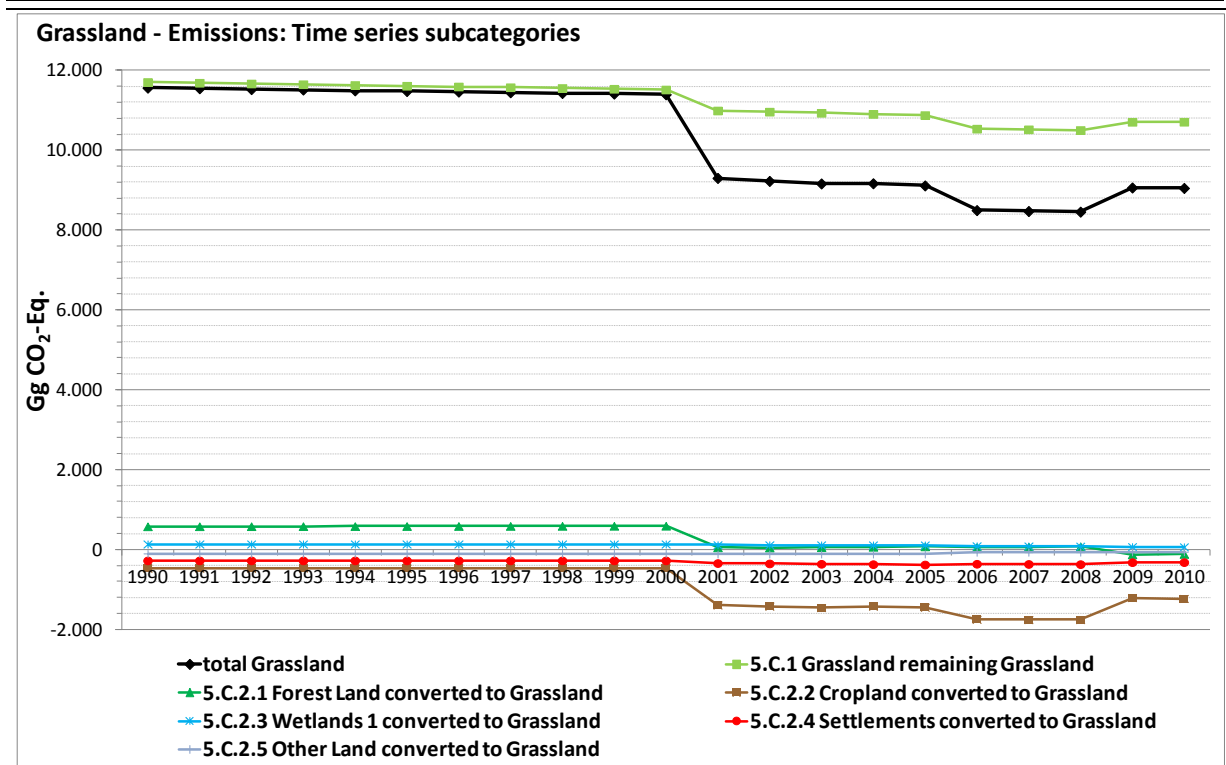


Abbildung 61: CO₂-Emissionen [Gg CO₂-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus dem Grünland Deutschlands von 1990 – 2010, dargestellt nach Subkategorien

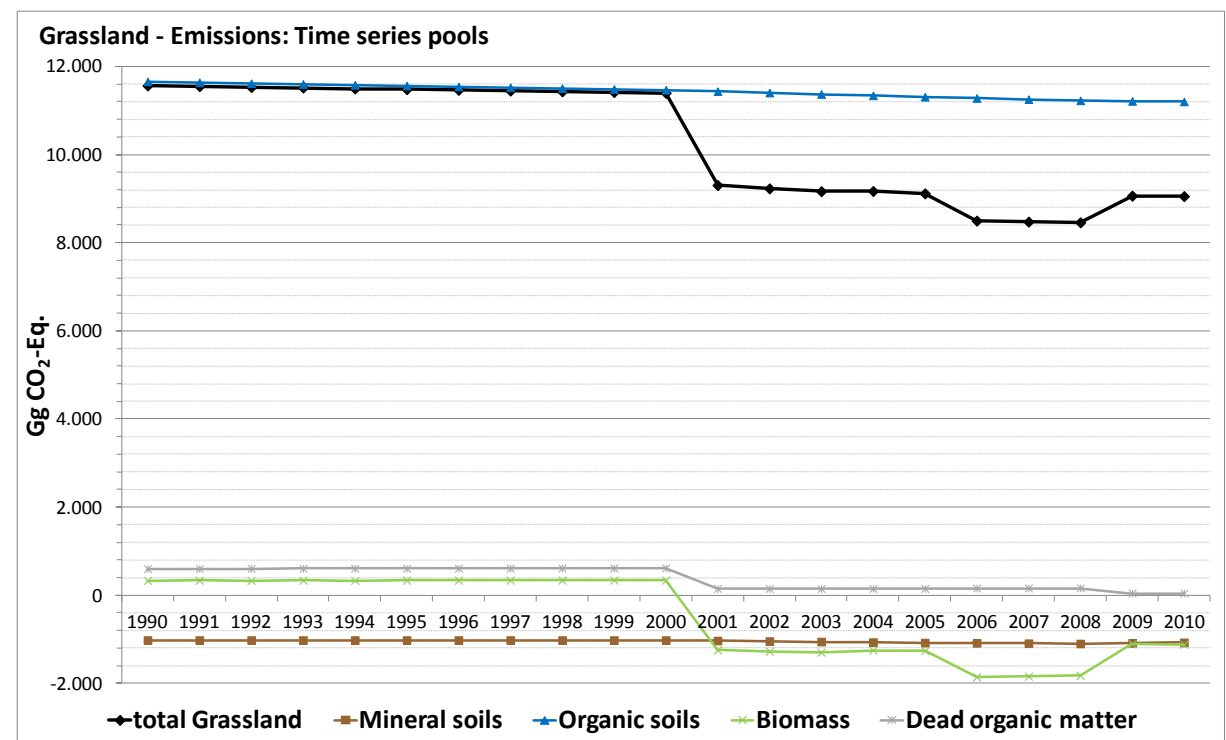


Abbildung 62: CO₂-Emissionen [Gg CO₂-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus dem Grünland Deutschlands von 1990 – 2010, dargestellt nach Pools

7.4.2 Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.C)

Siehe Kapitel 7.1.3

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. Im Unterschied zu den bisherigen Submissionen wurde der Grünlandkategorie die Objektart 4106 „Sumpf, Ried“ aus dem Basis-DLM (Kapitel 7.1.3.2.1) zugeschlagen (siehe Kapitel 7.1.4), die ursprünglich in der Kategorie Feuchtgebiete war, um Konsistenz in der Zeitreihe der Landnutzungsänderungen zwischen Grünland und Feuchtgebieten mit der neuen stichprobenbasierten Methode herzustellen.

Die Kategorie Grünland wurde in zwei Subkategorien unterteilt (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.

Siehe auch Kapitel 7.1.4.

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)
- Zwischenbericht Forschungsprojekt „Methodenentwicklung zur Erfassung der Biomasse mehrjährig verholzter Pflanzen außerhalb von Wäldern“ (PÖPKEN 2011)

7.4.4.2 Biomasse

Für Flächen unter verbleibender Nutzung in den Subkategorien Grünland i. e. S. bzw. Gehölze wird keine Änderung der Kohlenstoffvorräte in der Biomasse ausgewiesen.

Zur Berechnung der Kohlenstoffvorratsänderung in der Biomasse bei Landnutzungsänderung von und zu Grünland wurde ein zeitlich konstanter Kohlenstoffvorrat in den Subkategorien Grünland i. e. S. und Gehölze ermittelt. Auch Umwandlungen von

Grünland i. e. S. zu Gehölzen und umgekehrt werden wie Landnutzungsänderungen behandelt und als solche in den CRF-Tabellen ausgewiesen.

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 2010 und deren Unsicherheiten zeigt Tabelle 248 und Tabelle 249 in Kapitel 7.4.5.

7.4.4.2.1 Grünland im engen Sinne

Der Kohlenstoffvorrat für die ober- und unterirdische Biomasse von Grünland 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 RÖSEMANN et al. (2011), 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 244.

Tabelle 244: Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha⁻¹] von Grünland im engen Sinne (± 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 ± 1,65	4,36 ± 0,22	2,33 ± 1,65

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 245).

Bei der Untersuchung von PÖPKEN (2011) konnte aus Gründen des Naturschutzes lediglich die oberirdische Biomasse erfasst werden. Die unterirdische Biomasse dieser Gehölze wurde mittels der Wurzel/Spross-Verhältnisse von MOKANY et al. (2006) abgeschätzt (siehe Tabelle 245).

Tabelle 245: 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)	11,43 (2,0 – 28,4)	46,70 (6,5 – 154,3)

7.4.4.3 Mineralische Böden

Für Flächen unter verbleibender Nutzung wird gemäß IPCC Tier 1 Ansatz keine Änderung der Kohlenstoffvorräte in Mineralböden ausgewiesen. 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 248 und Tabelle 249 in Kapitel 7.4.5, die Herleitung der Emissionsfaktoren in Kapitel 19.5.2 beschrieben. Tabelle 246 zeigt die über alle Landnutzungskategorien gemittelten jährlichen Emissionsfaktoren bei Umwandlung zu Grünland.

Tabelle 246: Über alle Landnutzungskategorien gemittelte jährliche Emissionsfaktoren bei Umwandlung zu Grünland, getrennt nach Grünland i. e. S. und Gehölzen [$\text{t C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]

Implizite Emissionsfaktoren Mineralböden: Grünland _{i.e.S.} und Gehölze [$\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]											
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Grünland	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
Gehölze	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
Grünland	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,68	0,68	0,69	0,69	0,70	
Gehölze	0,52	0,51	0,51	0,50	0,49	0,49	0,49	0,48	0,48	0,48	

7.4.4.4 Organische Böden

Die jährlichen Emissionen aus verbleibendem Grünland werden mit folgenden partiellen Emissionsfaktoren berechnet:

Wirtschaftsgrünland: $\text{EF} = 5 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$

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 Fläche für Sumpf, Ried 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 247.

Tabelle 247: 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. [$\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]											
	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	
IEF	-4,863	-4,863	-4,863	-4,862	-4,862	-4,862	-4,861	-4,861	-4,861	-4,861	

Die jährlichen Emissionen nach Landnutzungsänderung zu Grünland werden wie die Emissionen aus 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. 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 248 und Tabelle 249 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 339 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 1,6 %. Gemessen an den Gesamtemissionen zeigt Tabelle 339 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 248: Emissionsfaktoren [$\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$] mit Unsicherheiten [% vom Lagemaß] zur Berechnung der THG-Emissionen aus Grünland i. e. S.

Grünland _{i.e.S.} Landnutzung _{vor} Mineralboden $\text{CO}_2\text{-C}^{73}$	Fläche Landnutzung _{nach}	Emissionsfaktor [$\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]	Schranken	
			obere [%]	untere [%]
Wald	Grünland _{i.e.S.}	0,77	49	31
Acker	Grünland _{i.e.S.}	0,87	49	30
Gehölze	Grünland _{i.e.S.}	0,22	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.}	Kap. 7.4.4.4	50	50
Biomasse⁷⁴		[$\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]	[%]	[%]
Wald	Grünland _{i.e.S.}	-25,94	29	29
Acker	Grünland _{i.e.S.}	-0,39	13	13
Gehölze	Grünland _{i.e.S.}	-40,02	173	60
Terr. Feuchtgebiete	Grünland _{i.e.S.}	-13,34	115	41
Gewässer	Grünland _{i.e.S.}	6,69	25	25
Siedlungen	Grünland _{i.e.S.}	-6,66	115	41
Sonstige Fläche	Grünland _{i.e.S.}	6,69	25	25
Tote organische Substanz⁷⁵		[$\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]	[%]	[%]
Wald	Grünland _{i.e.S.}	-21,97	35	56

Wald, Acker: jährlich variabel; alle anderen Faktoren sind konstant

Die Berechnungen sind für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 – 2010 räumlich und zeitlich konsistent und vollständig.

⁷³ Berechnung über 20 Jahre

⁷⁴ Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

⁷⁵ Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

Tabelle 249: Emissionsfaktoren [$\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$] mit Unsicherheiten [% vom Lagemaß] zur Berechnung der THG-Emissionen aus Gehölzflächen

Gehölze Landnutzung _{vor} Mineralboden $\text{CO}_2\text{-C}^{76}$	Fläche Landnutzung _{nach}	Emissionsfaktor [$\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]	Schranken	
			obere [%]	untere [%]
Wald	Gehölze	0,56	51	30
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
Biomasse⁷⁷		[$\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]	[%]	[%]
Wald	Gehölze	14,07	117	43
Acker	Gehölze	39,63	171	60
Grünland i. e. S.	Gehölze	40,02	173	60
Terr. Feuchtgebiete	Gehölze	26,68	123	43
Gewässer	Gehölze	46,70	197	69
Siedlungen	Gehölze	33,35	158	55
Sonstige Fläche	Gehölze	46,70	197	69
Tote organische Substanz⁷⁸		[$\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]	[%]	[%]
Wald	Gehölze	-21,97	35	56

Wald, Acker: jährlich variabel; alle anderen Faktoren sind konstant

Die Berechnungen sind für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 – 2010 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 durchgeführt.

Die zur Erstellung dieses Inventars verwendeten Datenquellen erfüllen die Prüfkriterien des QSE – Handbuchs für Datenquellen. Intern wird die Manipulation von Daten mittels Quersummenvergleichen zur Ermittlung der Unsicherheiten überprüft. Bezüglich der Qualitätssicherung der Eingangsdaten (ATKIS®, BÜK, Officialstatistik) wird auf die Datenhalter verwiesen.

Der in Tabelle 250 aufgeführte innereuropäische Vergleich der impliziten Emissionsfaktoren zeigt, dass Deutschland, nach der Schweiz und den Niederlanden, den dritthöchsten Emissionsfaktor für CO_2 aus der Drainage organischer Böden unter Grünlandnutzung verwendet. Dieser Wert ist allerdings ein flächengewichteter Mischwert aus $-4,86 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ aus dem Grünland und $-0,68 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ aus Flächen mit Feldgehölzen und Sträuchern. Der Mischfaktor entspricht Messungen in Deutschland in mäßig intensiv genutztem Grünland (DRÖSLER et al. 2011). Bei Landnutzungsänderung zu Grünland gilt bei organischen Böden sofort der gleiche Emissionsfaktor wie bei Grünland unter gleichbleibender Nutzung.

⁷⁶ Berechnung über 20 Jahre

⁷⁷ Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

⁷⁸ Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

Kohlenstoffvorratsänderungen in Mineralböden und Biomasse beziehen sich in Deutschland auf Änderungen zwischen Wirtschaftsgrünland und Gehölzflächen innerhalb der Kategorie „Grünland bleibt Grünland“. 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 (nur Belgien weist einen höheren Wert auf) und Biomasse im Vergleich mit den europäischen Nachbarstaaten und zu geringen C-Verlusten in toter organischer Substanz. Dies 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 250: Vergleich impliziter Emissionsfaktoren (IEF) unterschiedlicher Pools im Grünland zwischen Deutschland und europäischen Nachbarstaaten

Implizite Emissionsfaktoren (IEF) Grünland NIR 2009	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	0,216	-0,703	-0,533
Belgien	NO	-0,179	NO	NO	1,442	-0,205	NO
Tschechische Republik	NO	0,000	NO	NA,NO	0,482	-0,008	-0,001
Dänemark	-0,981	NA	-0,005	-1,250	-0,124	-0,130	-0,013
Frankreich	0,000	0,000	0,000	0,000	0,634	-0,112	-0,017
Niederlande	-5,793	NE	NE	NE	NE	-7,253	-2,519
Polen	-0,250	NO	NO	NO,NE	NO,NE	NO,NE	NO,NE
Schweden	-1,602	0,171	0,219	-1,600	0,399	0,397	-0,249
Schweiz	-8,415	0,005	0,003	-8,317	0,634	-0,935	-0,415
Großbritannien	NO	NO	NO	IE,NO	0,491	0,000	IE,NO
Europäische Union (15)	-3,869	0,029	0,014	-2,147	0,955	-0,115	-0,016
Europäische Union (27)	-3,286	0,021	0,014	-1,880	0,903	-0,122	-0,016
Deutschland 2009	-4,756	0,001	0,006	-3,666	0,756	0,644	-0,029
Deutschland 2010	-4,753	0,001	0,006	-3,653	0,757	0,659	-0,029

7.4.7 Quellenspezifische Rückrechnungen (5. C)

Mit der diesjährigen Berichterstattung werden aufgrund der Umstellung des Berichtssystems weitgehend neu berechnete Daten für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 – 2010 vorgelegt. Erstmals wird auch eine Zeitreihe für Emissionen im Zusammenhang mit toter organischer Substanz infolge von Entwaldung vorgestellt. Mit den methodischen Änderungen wurden alle Forderungen des In-Country-Review 2010 umgesetzt (Kapitel 7.1.2). Die Neuberechnung wurde nötig, da das Verfahren zur Ermittlung der Landnutzungsänderungsmatrix umgestellt (siehe Kapitel 7.1.3) und erstmalig für den gesamten LULUCF-Sektor eine Übergangszeit von 20 Jahren eingeführt wurde. Außerdem wurde die Berechnungsmethode zur Bestimmung der Emissionen aus Mineralböden infolge von Landnutzungsänderung geändert und die Emissionsfaktoren für organische Böden aktualisiert. Wegen der zahlreichen Änderungen sind die 2012 und 2011 berichteten Emissionen (Tabelle 251, Tabelle 252) nicht direkt miteinander vergleichbar.

Tabelle 251: Vergleich der 2012 und 2011 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 2012	11.705	11.686	11.667	11.649	11.630	11.611	11.592	11.573	11.555	11.536
Gesamt 2011	10.133	10.109	10.085	10.062	10.038	10.014	9.991	9.967	9.943	9.920
Mineralböden 2012	-49	-49	-49	-49	-49	-49	-49	-49	-49	-49
Mineralböden 2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2012	11.270	11.252	11.233	11.214	11.195	11.177	11.158	11.139	11.120	11.101
Organische Böden 2011	13.503	13.479	13.456	13.432	13.409	13.385	13.361	13.338	13.314	13.290
Biomasse 2012	483	483	483	483	483	483	483	483	483	483
Biomasse 2011	-3.371	-3.371	-3.371	-3.371	-3.371	-3.371	-3.371	-3.371	-3.371	-3.371
[Gg CO ₂ - a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2012	11.517	10.991	10.962	10.933	10.905	10.876	10.537	10.519	10.502	10.708
Gesamt 2011	9.896	9.873	9.849	9.825	9.802	9.778	10.219	10.518	10.356	12.356
Mineralböden 2012	-49	-47	-44	-41	-39	-36	-32	-28	-24	-21
Mineralböden 2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2012	11.083	11.051	11.020	10.989	10.957	10.926	10.905	10.884	10.862	10.861
Organische Böden 2011	13.267	13.243	13.220	13.196	13.172	13.149	13.085	13.157	13.080	13.147
Biomasse 2012	483	-14	-14	-14	-14	-14	-336	-336	-336	-131
Biomasse 2011	-3.371	-3.371	-3.371	-3.371	-3.371	-3.371	-2.866	-2.639	-2.725	-790

positiv: Emission; negativ: Senke

Tabelle 252: Vergleich der 2012 und 2011 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 2012	-144	-139	-143	-134	-137	-134	-130	-127	-126	-123
Gesamt 2011	-5.433	-5.434	-5.435	-5.436	-5.436	-5.437	-5.438	-5.438	-5.439	-5.440
Mineralböden 2012	-973	-973	-973	-973	-973	-973	-973	-973	-973	-973
Mineralböden 2011	-4.877	-4.877	-4.877	-4.877	-4.877	-4.877	-4.877	-4.877	-4.877	-4.877
Organische Böden 2012	383	383	383	383	383	383	383	383	383	383
Organische Böden 2011	181	181	181	181	181	181	181	181	181	181
Biomasse 2012	-154	-151	-156	-149	-153	-151	-149	-147	-148	-146
Biomasse 2011	-737	-738	-739	-740	-740	-741	-742	-742	-743	-744
Tote organische Substanz 2012	600	602	603	605	606	607	609	610	612	613
Tote organische Substanz 2011	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE
[Gg CO ₂ a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2012	-123	-1.691	-1.737	-1.772	-1.738	-1.765	-2.042	-2.048	-2.046	-1.647
Gesamt 2011	-5.441	-5.441	-5.457	-5.457	-5.458	-5.459	-4.679	-5.033	-4.384	-1.635
Mineralböden 2012	-973	-987	-1.001	-1.015	-1.029	-1.044	-1.055	-1.066	-1.077	-1.067
Mineralböden 2011	-4.877	-4.877	-4.877	-4.877	-4.877	-4.877	-4.338	-4.450	-4.028	-1.603
Organische Böden 2012	383	383	383	382	382	381	375	369	363	352
Organische Böden 2011	181	181	181	181	181	181	221	175	137	58
Biomasse 2012	-148	-1.235	-1.267	-1.287	-1.240	-1.251	-1.521	-1.510	-1.492	-976
Biomasse 2011	-745	-745	-761	-761	-762	-763	-562	-758	-493	-90
Tote organische Substanz 2012	615	148	148	148	149	149	159	159	160	44
Tote organische Substanz 2011	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE

positiv: Emission; negativ: Senke

7.4.8 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5. C)

Siehe Kapitel 7.3.8.

7.5 Wetland (5.D)

7.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (5. D)

CRF 5.D	Gas	HK	1990		2010		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
Wetlands (5.D)	CO ₂	-	-T2	2.248,4	0,18%	2.156,5	0,23%	-4,09%

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. Wasserspeicher

(Stauseen, Speicherbecken usw.) und Absetzbecken, 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.

Unter verbleibenden Feuchtgebieten wird über Emissionen aus dem industriellen Torfabbau berichtet.

Des Weiteren wird über die Veränderungen im Kohlenstoffvorrat der ober- und unterirdischen Biomasse sowie der Böden berichtet, die infolge von Landnutzungsänderung zu Feuchtgebieten entstehen.

Aus Feuchtgebieten wurden im Jahr 2010 2.156 Gg CO₂ freigesetzt. Diese Summe setzt sich zusammen aus 2.006 Gg CO₂-Emissionen aus dem industriellen Torfabbau, sowie durch Landnutzungsänderung aus 155 Gg CO₂-Emissionen aus der Biomasse und 4 Gg CO₂-Einbindung in den Mineralboden.

Der Verlauf der Zeitreihen in Abbildung 63 und Abbildung 64 zeigt keinen Trend. Gegenüber dem Basisjahr sind die Gesamtemissionen um ca. 4 % zurückgegangen. Die jährlichen Veränderungen der Emissionen aus Feuchtgebieten sind im Wesentlichen auf den industriellen Torfabbau zurückzuführen. Die Trendkurven für die anderen Pools weisen kaum Schwankungen auf.

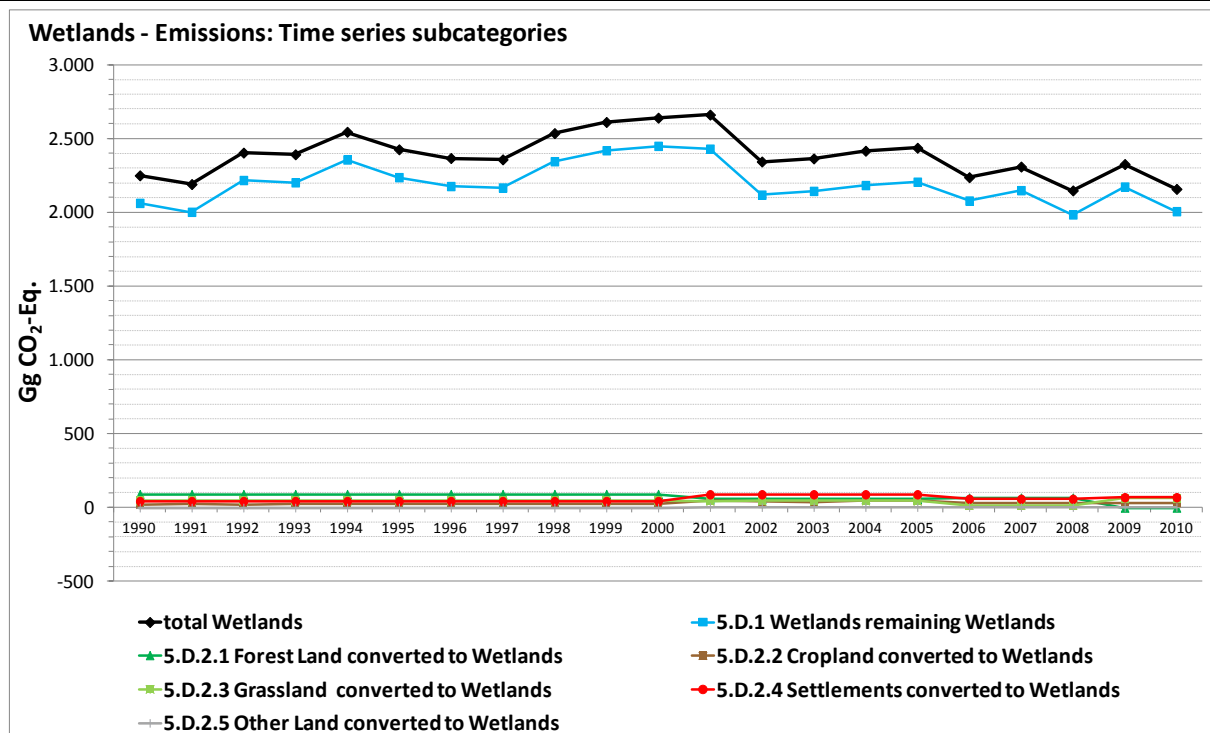


Abbildung 63: CO₂-Emissionen [Gg CO₂-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Feuchtgebieten Deutschlands von 1990 – 2010, dargestellt nach Subkategorien

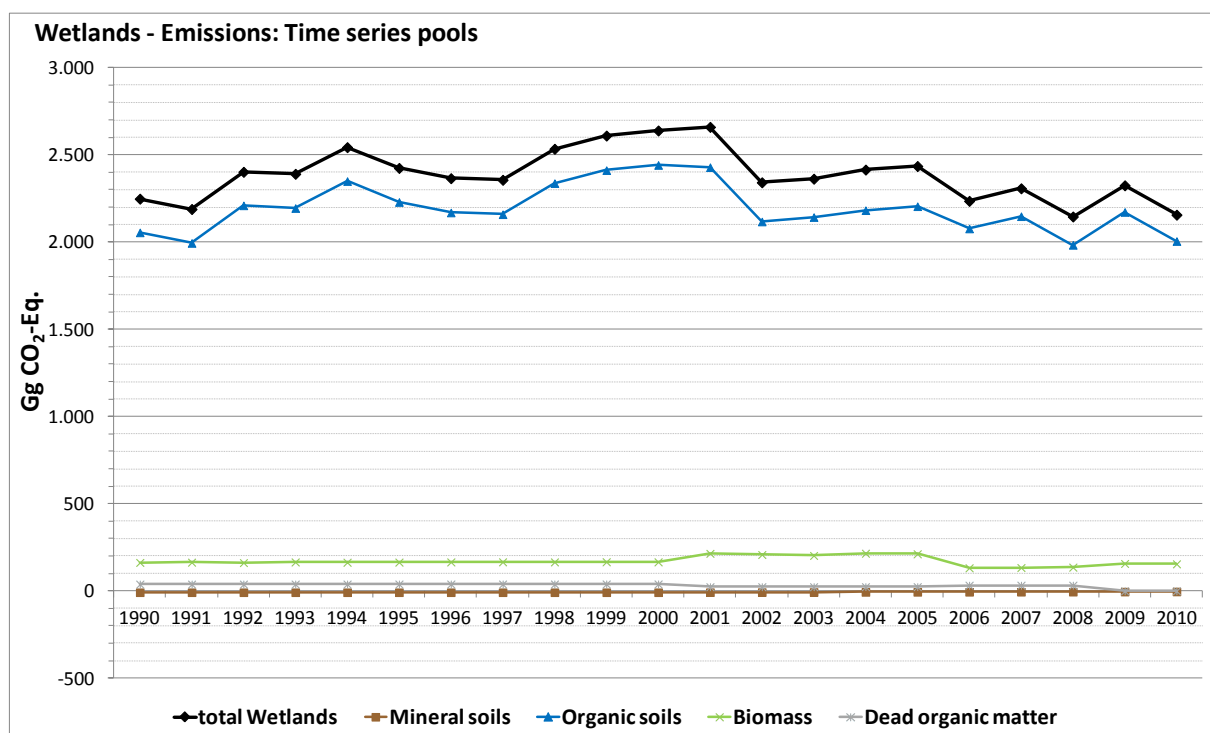


Abbildung 64: CO₂-Emissionen [Gg CO₂-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus den Feuchtgebieten Deutschlands von 1990 – 2010, dargestellt nach Pools

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 befinden sich terrestrische Feuchtgebiete und offene Wasserflächen, die bezüglich ihres Emissionsverhaltens sehr unterschiedlich ausgeprägt sind. Daher wurde die Landnutzungskategorie Feuchtgebiete in zwei Subkategorien „terrestrische Feuchtgebiete“ und „Gewässer“ unterteilt. Diese werden gegenüber anderen Landnutzungskategorien als eigenständige Kategorien geführt und in den CRF-Tabellen getrennt berichtet.

Details siehe Kapitel 7.1.4.

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.

Der Kohlenstoffvorrat terrestrischer Feuchtgebiete berechnet sich dann nach Gleichung 40. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 253.

Gleichung 40:

$$\text{C-Vorrat}_{\text{terr. Feuchtgebiete}} = \text{C-Vorrat}_{\text{Gehölze}} * 0,333 + \text{C-Vorrat}_{\text{Grünland i.e.S.}} * 0,667$$

Tabelle 253: Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha^{-1}] für Biomasse in terrestrischen Feuchtgebieten Deutschlands (Spannweite)

Terr. Feuchtgebiete	Kohlenstoffvorrat [Mg C ha^{-1}]		
	Bio _{oberirdisch}	Bio _{unterirdisch}	Bio _{total}
Terr. Feuchtgebiete	14,67 (4,4 - 44,9)	5,36 (2,0 – 11,1)	20,02 (9,2 - 50,7)

Die Emissionsfaktoren mit Unsicherheiten sind in Tabelle 255 (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 255 (Kapitel 7.5.5) gezeigt.

7.5.4.4 Organische Böden

Drainage organischer Böden findet in der Kategorie Feuchtgebiete nicht statt. Landnutzungsänderung zu Feuchtgebieten entspricht einer Umwandlung zu naturnahen Wasserverhältnissen.

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). Die der Abschätzung zugrunde liegenden Aktivitätsdaten sind Produktionsmengen und entstammen der deutschen Officialstatistik (STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 4, Reihe 3.1). Die Emissionsfaktoren für den Zeitraum 1990 bis 2010 sind in Tabelle 254 zusammengefasst. Zu Flächen unter industriellem Torfabbau liegen in Deutschland keine belastbaren Daten vor.

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 255 (Kapitel 7.5.5) ist ein mittlerer künstlicher Emissionsfaktor gezeigt, der die CO₂-Emissionen aus der industriellen Torfproduktion pro Fläche verbleibender terrestrischer Feuchtgebiete zeigt.

Tabelle 254: Implizite Emissionsfaktoren für den Torfabbau [Mg C ha⁻¹ 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	-11,2	-11,2	-12,8	-13,1	-14,5	-14,3	-14,4	-14,9	-16,8	-18,0	-19,1
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
IEF	-19,1	-16,8	-17,2	-17,6	-17,9	-16,8	-17,3	-15,9	-17,3	-15,9	

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 wurde konservativ eine Unsicherheit von 20 % unterstellt, da die Datenrubriken betreffs der Angaben zu den Torfabbauprodukten in den Veröffentlichungen des Statistischen Bundesamtes über die Jahre unterschiedlich sind und nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann, dass die Aufnahmepools zwischen den Jahren teilweise divergieren. Die in Tabelle 255 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 6 – 147 % auf (siehe Tabelle 339 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 339 in Kapitel 19.5.4).

Tabelle 255: Emissionsfaktoren mit Unsicherheiten [in % vom Lagemaß] zur Berechnung der THG-Emissionen aus Feuchtgebieten 2010, unterschieden nach Pool und Subkategorie

Feuchtgebiete _{terrestrisch} Landnutzung _{vor} Mineralboden CO ₂ -C ⁷⁹	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}	0,60	36	30	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	0	0	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} Torfaubbau	-15,87	40	20				
Biomasse⁸⁰		[Mg C ha ⁻¹ 1 a ⁻¹]	[%]	[%]		[Mg C ha ⁻¹ 1 a ⁻¹]	[%]	[%]
Wald	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	-12,61	62	30	Gewässer	-32,63	34	34
Acker	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	12,95	113	40	Gewässer	-7,07	8	89
Grünland i. e. S.	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	13,34	115	41	Gewässer	-6,69	25	25
Gehölze	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	-26,68	123	43	Gewässer	-46,70	197	69
Terr. Feuchtgebiete	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	0	0	0	Gewässer	-20,02	153	54
Gewässer	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	20,02	153	54	Gewässer	0	0	0
Siedlungen	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	6,68	115	40	Gewässer	-13,35	173	60
Sonstiges Land	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	20,02	153	54	Gewässer	0	0	0
Tote organische Substanz⁸¹		[Mg C ha ⁻¹ 1 a ⁻¹]	[%]	[%]		[Mg C ha ⁻¹ 1 a ⁻¹]	[%]	[%]
Wald	Feuchtgebiete _{terrestrisch}	-21,97	35	56	Gewässer	-21,97	35	56

positiv: Senke; negativ: Quelle

Die Berechnungen sind für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 – 2010 räumlich und zeitlich konsistent und vollständig.

⁷⁹ Berechnung über 20 Jahre⁸⁰ Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung⁸¹ 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 durchgeführt.

Die zur Erstellung dieses Inventars verwendeten Datenquellen erfüllen die Prüfkriterien des QSE – Handbuchs für Datenquellen. Intern wird die Prozessierung von Daten mittels Quersummenvergleichen überprüft. Bezüglich der Qualitätssicherung der Eingangsdaten (ATKIS®, BÜK, Officialstatistik) wird auf die Datenhalter verwiesen.

Der Vergleich der mittleren Emissionsfaktoren Deutschlands in der Kategorie Feuchtgebiete mit denen der europäischen Nachbarstaaten zeigt, dass die deutschen IEF im Mittelfeld liegen (Tabelle 256). 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 256: Vergleich impliziter Emissionsfaktoren (IEF) unterschiedlicher Pools im Feuchtgebietssektor zwischen Deutschland und europäischen Nachbarstaaten

Implizite Emissionsfaktoren (IEF) Feuchtgebiete NIR 2009	Verbleibende Feuchtgebiete Organische Böden	Landnutzungsänderung zu Feuchtgebieten		
		Mineralböden Mg C ha ⁻¹	Biomasse	Tote org. Substanz
Österreich	NE	-3,738	-0,407	-0,099
Belgien	NO	0,869	-0,790	NO
Tschechische Republik	NO	NA,NO	-0,458	-0,005
Dänemark	-4,787	0,500	0,185	-0,002
Frankreich	NO	NO	-0,338	-0,025
Niederlande	NE	NE	-5,133	-1,805
Polen	NA	NA,NO	-0,002	NA,NO
Schweden	-0,003	NA	NA	NA
Schweiz	0,002	0,439	-4,116	-0,827
Großbritannien	-10,427	IE,NO	IE,NO	IE,NO
Europäische Union (15)	-0,049	-0,818	-0,248	-0,022
Europäische Union (27)	-0,041	-0,836	-0,297	-0,031
Deutschland 2009	-1,058	0,013	-0,475	0,000
Deutschland 2010	-0,971	0,011	-0,464	0,000

positiv: Senke; negativ: Quelle

7.5.7 Quellspezifische Rückrechnungen (5. D)

Mit der diesjährigen Berichterstattung werden aufgrund der Umstellung des Berichtssystems weitgehend neu berechnete Daten für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 – 2010 vorgelegt. Erstmals wird auch eine Zeitreihe für Emissionen im Zusammenhang mit toter

organischer Substanz infolge von Entwaldung vorgestellt. Mit den methodischen Änderungen wurden alle Forderungen des In-Country-Review 2010 umgesetzt (Kapitel 7.1.2). Die Neuberechnung wurde nötig, da das Verfahren zur Ermittlung der Landnutzungsänderungsmatrix umgestellt (siehe Kapitel 7.1.3) und erstmalig für den gesamten LULUCF-Sektor eine Übergangszeit von 20 Jahren eingeführt wurde. Außerdem wurde die Berechnungsmethode zur Bestimmung der Emissionen aus Mineralböden infolge von Landnutzungsänderung geändert und für die Kategorien 5.B – 5.F nahezu alle Emissionsfaktoren ersetzt. Wegen der zahlreichen Änderungen sind die 2012 und 2011 berichteten Emissionen (Tabelle 257 und Tabelle 258) nicht direkt miteinander vergleichbar.

Der Vergleich wird für die gesamte Kategorie Feuchtgebiete gezeigt, da Gewässer in der Submission 2011 nicht separat beschrieben waren.

Tabelle 257: Vergleich der 2012 und 2011 berichteten Emissionen [Gg CO₂] aus verbleibenden Feuchtgebieten (5.D.1)

[Gg CO ₂ a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gesamt 2012	2.062	2.002	2.217	2.202	2.357	2.237	2.176	2.166	2.345	2.419
Gesamt 2011	2.236	2.236	2.236	2.235	2.234	2.234	2.233	2.233	2.232	2.232
Mineralböden 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mineralböden 2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2012	2.055	1.995	2.210	2.195	2.350	2.230	2.169	2.159	2.338	2.412
Organische Böden 2011	2.223	2.223	2.223	2.222	2.221	2.221	2.220	2.220	2.219	2.219
Biomasse 2012	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Biomasse 2011	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
[Gg CO ₂ a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2012	2.449	2.429	2.118	2.143	2.183	2.205	2.078	2.148	1.984	2.172
Gesamt 2011	2.231	2.212	2.236	2.260	2.284	2.307	1.436	1.495	1.530	2.356
Mineralböden 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mineralböden 2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2012	2.442	2.429	2.118	2.143	2.183	2.205	2.078	2.148	1.984	2.172
Organische Böden 2011	2.218	2.199	2.223	2.247	2.271	2.294	1.387	1.502	1.519	2.357
Biomasse 2012	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse 2011	13	13	13	13	13	13	49	-7	11	-1

Tabelle 258: Vergleich der 2012 und 2011 berichteten Emissionen [Gg CO₂] aus Landnutzungsänderungen zu Feuchtgebieten (5.D.2)

[Gg CO ₂ a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gesamt 2012	187	188	186	190	188	189	190	191	190	191
Gesamt 2011	-72	-73	-73	-73	-74	-74	-74	-74	-75	-75
Mineralböden 2012	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8
Mineralböden 2011	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135
Organische Böden 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse 2012	156	158	155	159	157	158	159	160	159	160
Biomasse 2011	62	62	62	62	62	61	61	61	60	60
Tote organische Substanz 2012	38	38	39	39	39	39	39	39	39	39
Tote organische Substanz 2011	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE
[Gg CO ₂ a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2012	191	231	225	220	233	230	158	160	163	152
Gesamt 2011	-75	-76	-82	-82	-83	-83	229	-102	44	53
Mineralböden 2012	-8	-8	-7	-7	-6	-6	-6	-5	-5	-4
Mineralböden 2011	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-101	-137	-130	-47
Organische Böden 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse 2012	160	215	208	203	215	212	132	133	136	157
Biomasse 2011	60	59	53	53	52	52	330	36	174	99
Tote organische Substanz 2012	39	24	24	24	24	24	32	32	32	0
Tote organische Substanz 2011	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE

7.5.8 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (5. D)

- Validierung der Flächendaten von 1990 (s. Kapitel 7.2.8.1, 1. Abs.)

7.6 Siedlungen (5.E)

7.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (5. E)

CRF 5.E	1990		2010		Trend
	Gas	HK	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	
Settlements (CRF 5.E)	CO ₂	- /T2	2.751,6 0,23%	2.551,4 0,27%	-7,28%

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 2010 betrugen die CO₂-Austräge aus den Siedlungs- und Verkehrsgebieten Deutschlands infolge von Landnutzungsänderung 2.551 Gg CO₂; dies ist die Summe aus dem Verlust von 2.502 Gg CO₂ aus organischen Böden, 584 Gg CO₂-Emissionen aus Mineralböden, 32 Gg CO₂ aus der Zersetzung toter organischer Substanz sowie einer Einbindung von 567 Gg CO₂ in die Biomasse.

Der zeitliche Verlauf der Gesamtemission zeigt zwischen den Jahren 2000 und 2003 eine vorübergehende Abnahme der Emissionen (siehe Abbildung 65 und Abbildung 66) mit anschließendem Wiederanstieg bis fast zum Ursprungsniveau. Gegenüber dem Basisjahr ergibt sich eine Nettoabnahme der Emissionen aus der Siedlungskategorie von 7 % im Jahr 2010. 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, dadurch fällt weniger CO₂-Emission aus verlorener toter organischer Substanz an.

Da die Mineralböden in Siedlungen geringe Kohlenstoffvorräte aufweisen, kommt es bei Landnutzungsänderung zu Siedlungen zum Abbau von Kohlenstoffvorräten, v.a. bei Umwandlung von Grünlandflächen, die die höchsten Kohlenstoffvorräte aufweisen.

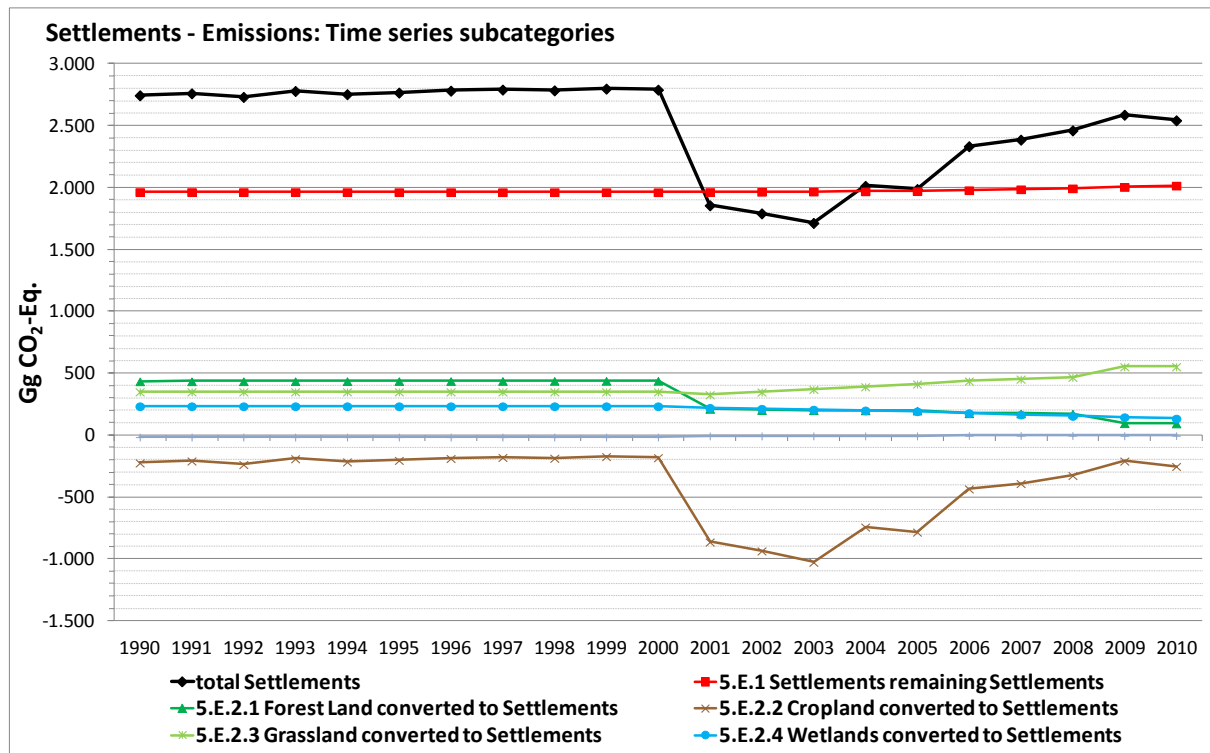


Abbildung 65: CO₂-Emissionen [Gg CO₂-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Siedlungen von 1990 – 2010, dargestellt nach Subkategorien

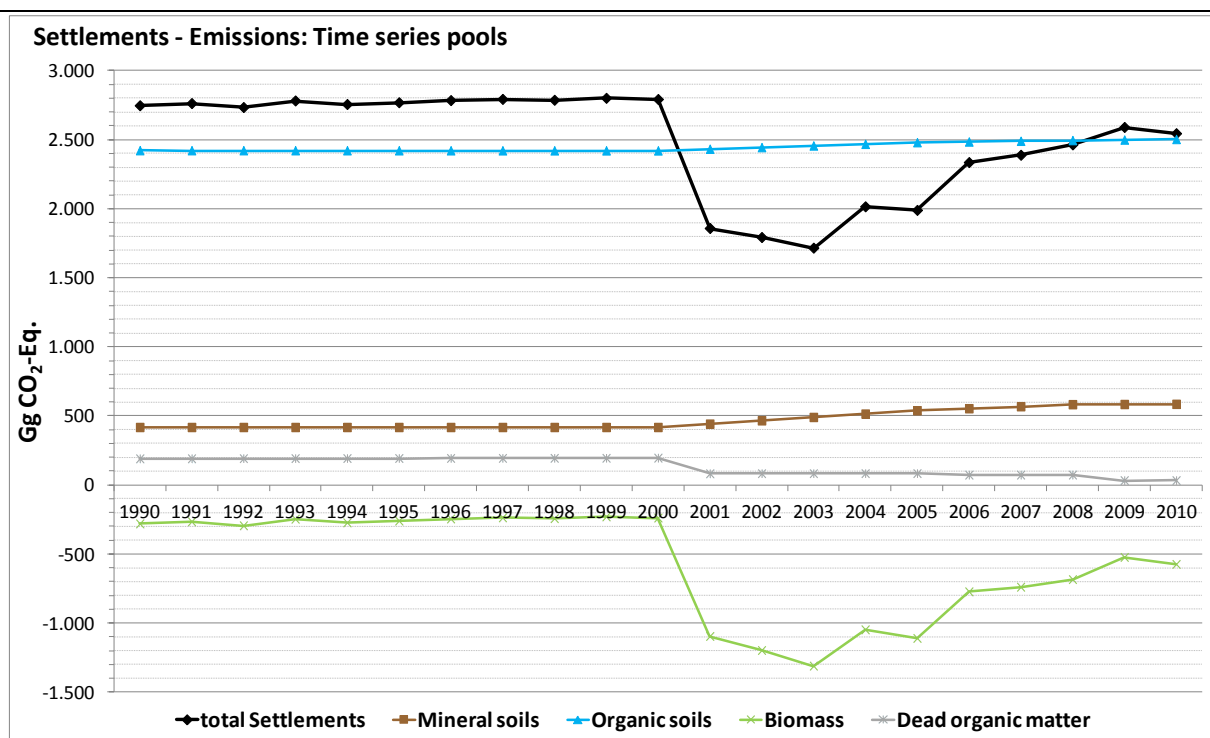


Abbildung 66: CO₂-Emissionen [Gg CO₂-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Siedlungen Deutschlands von 1990 – 2010, dargestellt nach Pools

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. Siehe Kapitel 7.1.4.

7.6.4 Methodische Aspekte (5. E)

Bei verbleibenden Siedlungen wird nach Tier 1 angenommen, dass keine Kohlenstoffvorratsänderungen in Mineralböden und Biomasse 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. Der Kohlenstoffvorrat einer Siedlungsfläche berechnet sich dann nach Gleichung 41. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 259.

Gleichung 41:

$$C\text{-Vorrat}_{\text{Siedlungen}} = (C\text{-Vorrat}_{\text{Gehölze}} * 0,5 + C\text{-Vorrat}_{\text{Grünland i.e.S.}} * 0,5) * 0,5$$

Tabelle 259: Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg ha^{-1}] von Biomasse auf Siedlungsflächen (Range)

Siedlungen	Kohlenstoffvorrat [Mg C ha^{-1}]		
	Bio _{oberirdisch}	Bio _{unterirdisch}	Bio _{total}
Siedlungen	9,91 (2,2 - 32,6)	3,44 (1,1 - 7,7)	13,35 (5,3 - 36,4)

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 260). Tabelle 339 in Kapitel 19.5.4 weist für die Aktivitätsdaten in Abhängigkeit von der Flächengröße Unsicherheiten von 2,8 - 110,5 % aus. Die Gesamtunsicherheit für die Aktivitätsdaten der Siedlungskategorie beträgt 2,4 %. Der Beitrag der Emissionen zum Gesamtinventar ist gering und lediglich bezüglich der organischen Böden und der Biomasse wahrnehmbar.

Tabelle 260: Unsicherheiten von Emissionsfaktoren [in % vom Lagemaß] zur Berechnung der Treibhausgasemissionen aus Siedlungs- und Verkehrsflächen Deutschlands 2010, unterschieden nach Pool und Subkategorie

Siedlungen Landnutzung _{vor} Mineralboden CO ₂ -C ⁸²	Fläche Landnutzung _{nach}	Emissionsfaktor [Mg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	Schranken	
			obere [%]	untere [%]
Wald	Siedlungen	-0,17	49	30
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
Biomasse⁸³		[Mg C ha ⁻¹ 1 a ⁻¹]	[%]	[%]
Wald	Siedlungen	-19,29	56	30
Acker	Siedlungen	6,28	113	40
Grünland i. e. S.	Siedlungen	6,66	115	41
Gehölze	Siedlungen	-33,35	158	55
Terr. Feuchtgebiete	Siedlungen	-6,68	115	40
Gewässer	Siedlungen	13,35	173	60
Sonstige Flächen	Siedlungen	13,35	173	60
Tote organische Substanz⁸⁴		[Mg C ha ⁻¹ 1 a ⁻¹]	[%]	[%]
Wald	Siedlungen	-21,97	35	56

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 durchgeführt.

Die zur Erstellung dieses Inventars verwendeten Datenquellen erfüllen die Prüfkriterien des QSE – Handbuchs für Datenquellen. Intern wird die Prozessierung von Daten mittels Quersummenvergleichen überprüft. Bezüglich der Qualitätssicherung der Eingangsdaten (ATKIS®, BÜK, Officialstatistik) wird auf die Datenhalter verwiesen.

Tabelle 261 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 nach Frankreich die geringsten C-Verluste in Mineralböden 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

⁸² Berechnung über 20 Jahre

⁸³ Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

⁸⁴ Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

innerhalb der europäischen Staaten ohne Kenntnis der Ausgangsnutzungen nicht interpretiert werden kann.

Tabelle 261: Vergleich impliziter Emissionsfaktoren (IEF) unterschiedlicher Pools in Siedlungen zwischen Deutschland und europäischen Nachbarstaaten

Implizite Emissionsfaktoren (IEF) Siedlungen NIR 2009	Verbleibende Siedlungen	Landnutzungsänderung zu Siedlungen		
	Organische Böden	Böden Mg C ha ⁻¹	Biomasse	Tote org. Substanz
Österreich	NE	-0,472	0,225	-0,066
Belgien	NO	0,000	-0,159	NO
Tschechien	NO	NA,NO	-0,395	-0,008
Dänemark	NA	NA,NO	-0,214	-0,008
Frankreich	NO	-0,100	-0,470	-0,045
Niederlande	NE	NE	-5,084	-1,521
Polen	NA	-1,481	IE,NA	-0,051
Schweden	NE	-1,631	0,012	-0,882
Schweiz	-0,019	-1,102	-0,404	-0,054
Großbritannien und Nordirland	NO	-1,273	0,000	IE,NO
Europäische Union (15)	-0,040	-0,852	-0,355	-0,099
Europäische Union (27)	-0,028	-0,849	-0,393	-0,102
Deutschland 2009	-0,19	-0,398	0,191	-0,012
Deutschland 2010	-0,19	-0,392	0,208	-0,012

positiv: Senke; negativ: Quelle

7.6.7 Quellspezifische Rückrechnungen (5. E)

Mit der diesjährigen Berichterstattung werden aufgrund der Umstellung des Berichtssystems weitgehend neu berechnete Daten für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 – 2010 vorgelegt. Erstmals wird auch eine Zeitreihe für Emissionen im Zusammenhang mit toter organischer Substanz infolge von Entwaldung vorgestellt. Mit den methodischen Änderungen wurden alle Forderungen des in-country-review 2010 umgesetzt (Kapitel 7.1.2).

Die Neuberechnung wurde nötig, da das Verfahren zur Ermittlung der Landnutzungsänderungsmatrix umgestellt (siehe Kapitel 7.1.3) und erstmalig für den gesamten LULUCF-Sektor eine Übergangszeit von 20 Jahren eingeführt wurde. Außerdem wurde die Berechnungsmethode zur Bestimmung der Emissionen aus Mineralböden infolge von Landnutzungsänderung geändert und für die Kategorien 5.B – 5.F nahezu alle Emissionsfaktoren außer denen für organische Böden ersetzt. Wegen der zahlreichen Änderungen sind die 2012 und 2011 berichteten Emissionen (siehe Tabelle 262 und Tabelle 263) nicht direkt miteinander vergleichbar.

Tabelle 262: Vergleich der 2012 und 2011 berichteten Emissionen [Gg CO₂] aus verbleibender Siedlungsfläche (5.E.1)

[Gg CO ₂ a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gesamt 2012	1.964	1.964	1.964	1.964	1.964	1.964	1.964	1.963	1.963	1.963
Gesamt 2011	1.939	1.940	1.942	1.943	1.945	1.946	1.947	1.949	1.950	1.952
Mineralböden 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mineralböden 2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2012	1.964	1.964	1.964	1.964	1.964	1.964	1.964	1.963	1.963	1.963
Organische Böden 2011	1.799	1.800	1.802	1.803	1.805	1.806	1.807	1.809	1.810	1.812
Biomasse 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse 2011	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
[Gg CO ₂ - a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2012	1.963	1.965	1.966	1.968	1.970	1.972	1.979	1.987	1.994	2.005
Gesamt 2011	1.953	1.955	1.956	1.958	1.959	1.961	1.910	2.015	1.912	1.884
Mineralböden 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mineralböden 2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2012	1.963	1.965	1.966	1.968	1.970	1.972	1.979	1.987	1.994	2.005
Organische Böden 2011	1.813	1.815	1.816	1.818	1.819	1.821	1.739	1.752	1.805	1.856
Biomasse 2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse 2011	140	140	140	140	140	140	171	263	107	28

positiv: Emission; negativ: Senke

Tabelle 263: Vergleich der 2012 und 2011 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 2012	787	803	775	822	797	810	826	834	828	842
Gesamt 2011	546	545	543	541	540	538	536	535	533	531
Mineralböden 2012	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417
Mineralböden 2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2012	456	456	456	456	456	456	456	456	456	456
Organische Böden 2011	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Biomasse 2012	-276	-260	-289	-242	-268	-255	-240	-232	-238	-225
Biomasse 2011	544	543	541	539	538	536	534	533	531	529
Tote org. Substanz 2012	190	190	191	191	192	192	193	193	193	194
Tote org. Substanz 2011	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE
[Gg CO ₂ a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2012	834	-93	-160	-240	57	30	364	410	478	591
Gesamt 2011	530	528	493	492	490	488	111	96	154	395
Mineralböden 2012	417	441	465	489	513	538	552	567	582	583
Mineralböden 2011	0	0	0	0	0	0	-96	-129	-60	-24
Organische Böden 2012	456	467	477	487	497	507	505	502	500	493
Organische Böden 2011	2	2	2	2	2	2	86	89	59	23
Biomasse 2012	-233	-1.083	-1.184	-1.298	-1.035	-1.097	-764	-731	-676	-517
Biomasse 2011	528	526	491	490	488	486	121	136	155	396
Tote org. Substanz 2012	194	82	82	82	82	82	71	72	72	32
Tote org. Substanz 2011	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE	NE/IE

positiv: Emission; negativ: Senke

7.6.8 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5. E)

Es laufen zwei Pilotprojekte zur Methodenentwicklung. Ziel ist die Erfassung von holziger Biomasse in Siedlungen. Die Pilotprojekte untersuchen zwei deutsche Städte. Weiterhin ist die Validierung der Flächendaten von 1990 vorgesehen (s. Kapitel 7.2.8.1, 1. Abs.)

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)

Die folgenden Emissionen werden unter 5.G berichtet:

- CO₂-Emissionen aus der Kalkung von Wäldern (siehe Kapitel 7.2.4.6.1), da im CRF-Reporter nur landwirtschaftliche Kalkdüngung berichtet werden kann.

8 ABFALL UND ABWASSER (CRF SEKTOR 6)

8.1 Übersicht (CRF Sektor 6)

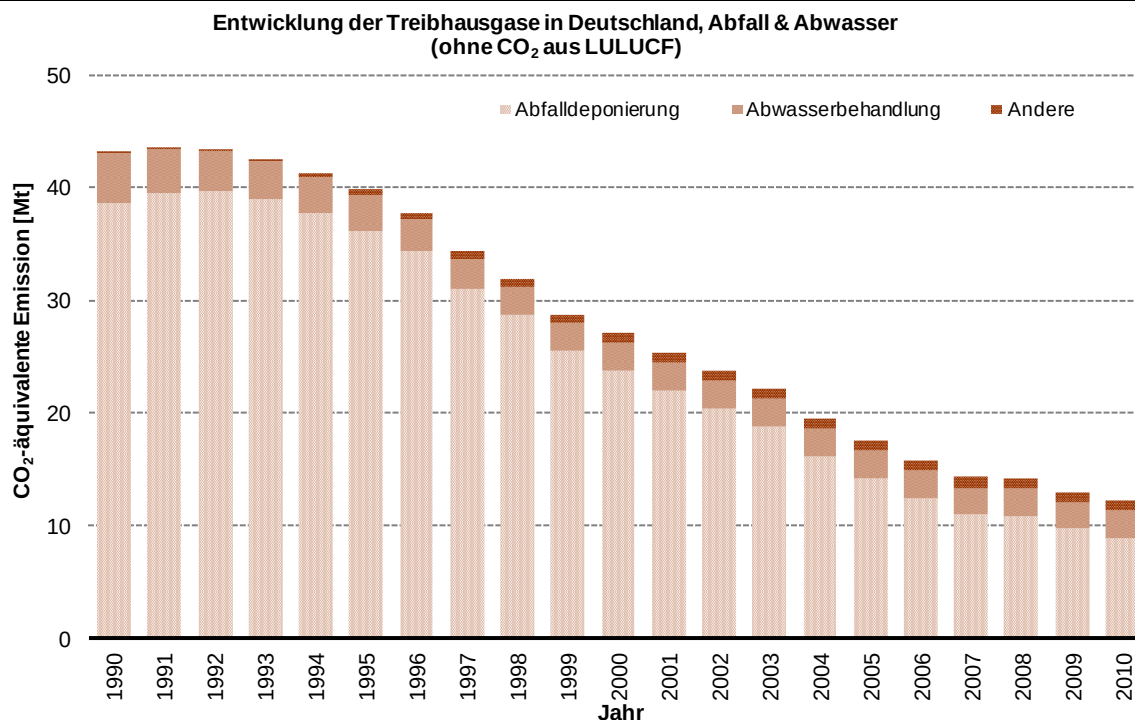


Abbildung 67: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 6

8.2 Abfalldeponie (6.A)

CRF 6.A	Gas	HK	1990		2010		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
solid waste disposal on land (managed) (CRF 6.A.1)	CH ₄	L	T/T2	38.598,0 (3,16%)	8.967,0 (0,94%)	-76,77%	
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 hat (siehe Abbildung 68). 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 2009 vom 22. Juli 2011) existieren bis zum Jahr 2009. Nach dem drastischen Rückgang der Deponierung nach 2005 wurde auf der Basis der Daten der Jahre 2006 bis 2009 linear extrapoliert. Dies gilt auch für die Quellgruppe 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.

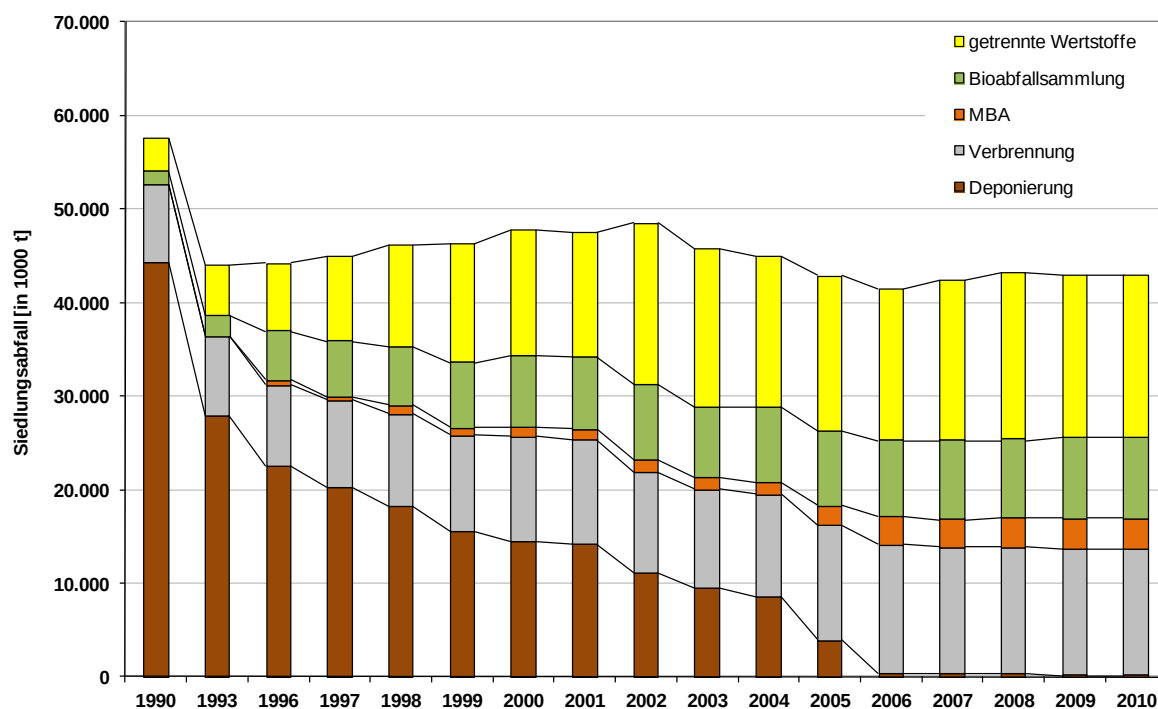


Abbildung 68: Die Veränderung der Entsorgungspfade des Hausmülls zwischen 1990 und 2010 mit Zwischenjahren

Mit der Minderung der Methanemissionen aus Deponien von 1,8 Mio. Mg im Jahr 1990 auf 0,4 Mio. Mg im Jahr 2010 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 42 berechnet.⁸⁵

Gleichung 42: (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 42 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 43 widerspiegelt:

Gleichung 43 (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.

85 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 69). 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.

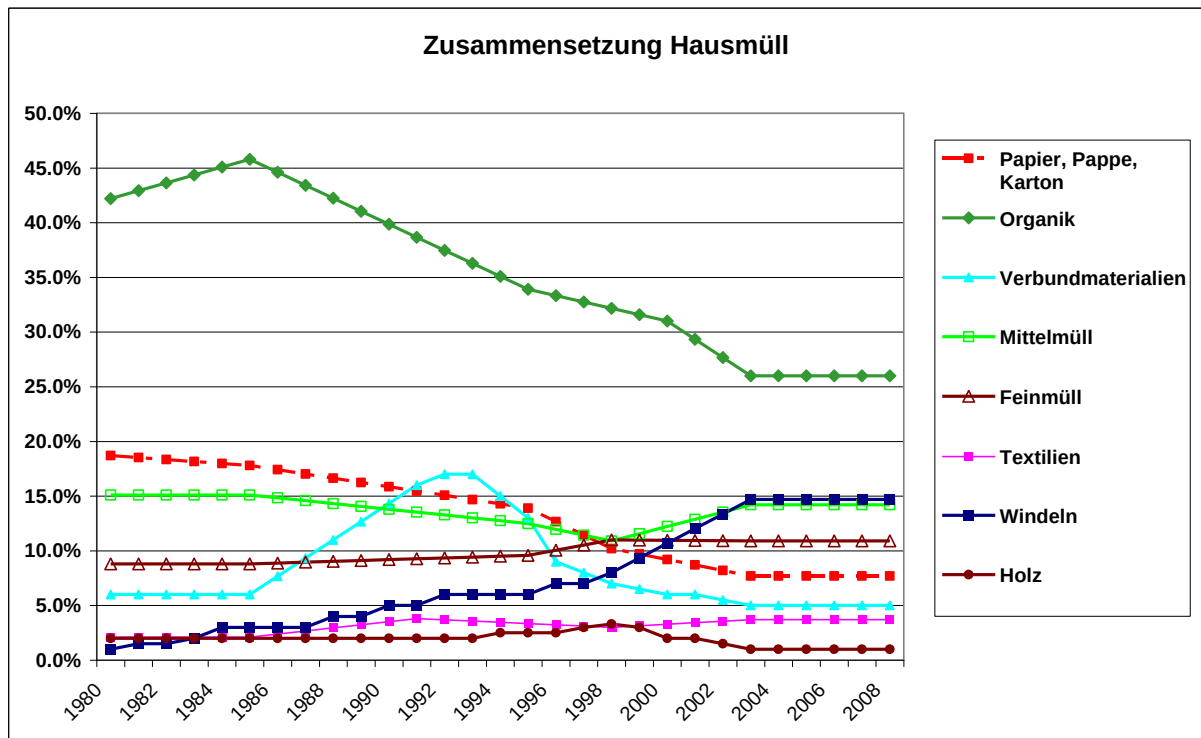


Abbildung 69: Trend in der Zusammensetzung des Hausmülls (ABL) zwischen 1980 und 2009

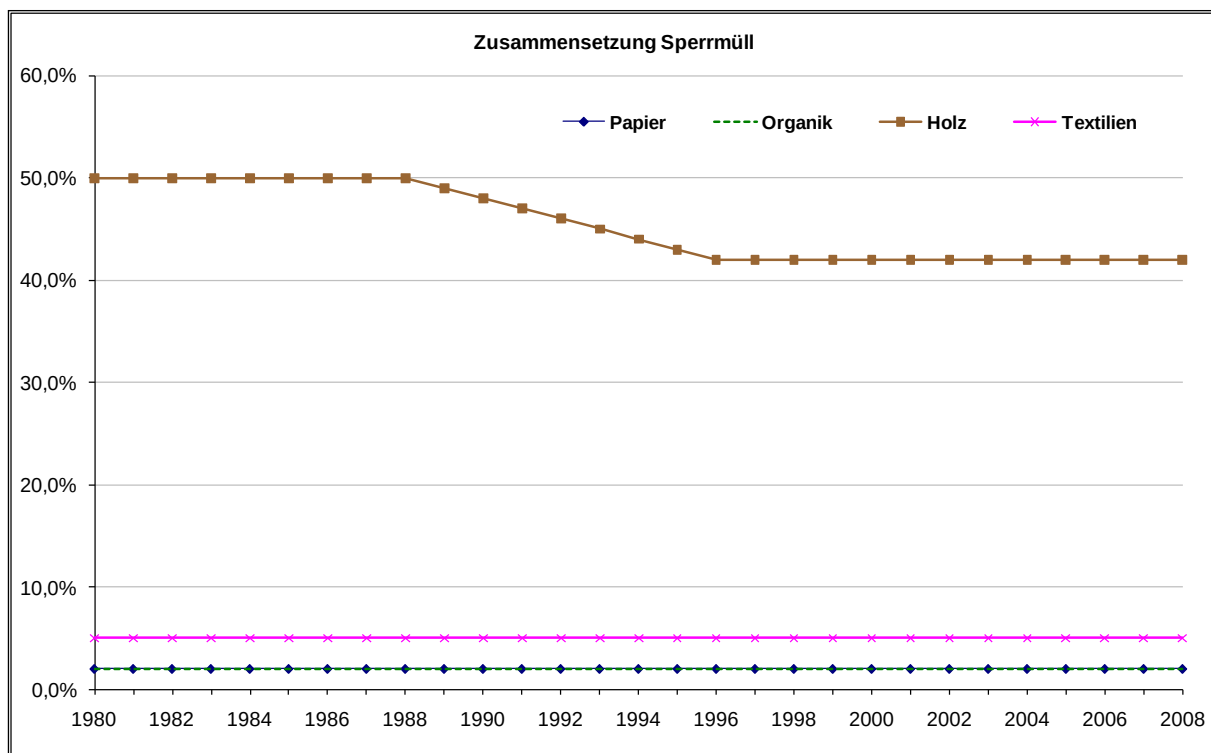


Abbildung 70: Trend in der Zusammensetzung des Sperrmülls (ABL) zwischen 1980 und 2008

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 264 beschreibt die Entwicklung der Mengen der biologisch abbaubaren Abfälle, die deponiert wurden.

Tabelle 264: 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	2010
Organik	1000 t	2.050	2.227	1.667	785	1	0	0	0	0
Garten- und Parkabfälle	1000 t	186	137	211	160	94	116	134	98	98
Papier	1000 t	1.448	1.515	995	499	26	12	9	3	3
Textilien	1000 t	336	376	293	135	5	3	2	1	3
Holz	1000 t	687	529	438	199	20	24	18	13	13
Windeln	1000 t	920	1.215	906	429	0	0	0	0	0
Windeln + Textilien	1000 t	1.256	1.592	1.199	564	5	3	2	1	1
Verbundstoffe	1000 t	379	414	309	146	7	5	4	2	2
Klärschlamm	1000 t TM	413	398	348	634	130	129	133	661	661
MBA Output	1000 t	0	0	743	1.092	665	545	616	647	647

In der Inventarüberprüfung in 2010 verlangte das Überprüfungs-Team, 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 265 stellt die deponierte Abfallmenge pro Kopf und Tag zwischen 1990 und 2010 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 265: 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	
Deponierte Abfallmenge pro Kopf	kg/Kopf/Tag	0,135	0,031	0,027	0,030	0,048	0,048	

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 266 enthalten.

Tabelle 266: 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 $F = \text{Anteil des } CH_4 \text{ am Deponiegas}$

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 267 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 44 abgeleitet werden.

Gleichung 44: [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 267: 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 1993⁸⁶ 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 werden Daten zur Deponiegasfassung und -nutzung in der Fachserie 19 vom 22.07.2011 veröffentlicht. Neuere Daten zur Deponiegasfassung für die Jahre 2009 und 2010 liegen nicht vor, daher wurde die erfasste und genutzte Methanmenge für diese Jahre konstant gegenüber 2008 gehalten. Diese Daten wurden jedoch nur bei Deponien in der Ablagerungs- und Stilllegungsphase erhoben. Deponien in der Nachsorgephase werden mit dieser Erhebung bislang nicht erfasst.

Die energetische Deponiegasnutzung wird im Energiesektor erfasst und berichtet. Diese Daten erfassen jedoch nur die von Deponieeibertreibern an Dritte abgegebenen Energiemengen, aus denen eine Rückrechnung des genutzten Methans erfolgt. Der Eigenverbrauch an Energie aus der Deponiegasnutzung am Deponiestandort und das in Fackelanlagen ohne Energienutzung verbrannte Methan werden nicht erfasst.

Bei der Ermittlung der gesamten gefassten Deponiegasmengen mussten Daten aus dem Energiesektor und der Fachserie 19 zusammengeführt werden. Die angesetzte Menge an gefasstem Deponiegas beinhaltet die für eine externe Energiebereitstellung genutzte Deponiegasmenge bei allen Deponien und den Eigenverbrauch sowie die abgefackelten Gasmengen von Deponien in der Ablagerungs- und Stilllegungsphase. Der Eigenverbrauch und die Fackelverluste von Deponien in der Nachsorgephase – die aufgrund bereits vorhandener Oberflächenabdichtungen sehr hohe Deponiegaserfassungsraten aufweisen – können derzeit nicht quantifiziert und als Emissionsminderung berücksichtigt werden.

⁸⁶ Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von >Siedlungsabfälle (Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz) vom 14. Mai 1993

Tabelle 268: Methanfassung auf Deponien

	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Deponiegasnutzung für die öffentliche Stromerzeugung entsprechend den Energiedaten	TJ	9.704	9.588	9.472	9.356	11.970	13.238
Erfasstes Deponiegas	Mio. m ³	571	564	557	550	704	779
Für die Stromerzeugung genutzte CH ₄ -Menge	Gg CH ₄	205	202	200	198	253	280
Fackelmengen an Deponiegas entsprechend der Abfallstatistik	Mio. m ³	70	70	70	70	70	53
Abgefackelte CH ₄ -Mengen	Gg CH ₄	25	25	25	25	25	19
Deponiegasnutzung zur Eigenverwendung für Strom/ Wärme entsprechend den Daten aus der Abfallstatistik	Mio. m ³	341	358	375	392	409	414
Für den Eigenbedarf genutzte CH ₄ -Mengen	Gg CH ₄	122	129	135	141	147	149
Gesamtmenge erfasstes CH ₄	Gg CH ₄	352	356	360	363	425	447
	Einheit	2006	2007	2008	2009	2010	
Deponiegasnutzung für die öffentliche Stromerzeugung entsprechend den Energiedaten	TJ	14.007	14.458	12.213	11.451	10.879	
Erfasstes Deponiegas	Mio. m ³	824	850	718	674	640	
Für die Stromerzeugung genutzte CH ₄ -Menge	Gg CH ₄	296	305	258	242	230	
Fackelmengen an Deponiegas entsprechend der Abfallstatistik	Mio. m ³	37	29	21	21	21	
Abgefackelte CH ₄ -Mengen	Gg CH ₄	13	10	7	7	7	
Deponiegasnutzung zur Eigenverwendung für Strom/ Wärme entsprechend den Daten aus der Abfallstatistik	Mio. m ³	420	361	302	302	302	
Für den Eigenbedarf genutzte CH ₄ -Mengen	Gg CH ₄	151	130	108	108	108	
Gesamtmenge erfasstes CH ₄	Gg CH ₄	460	445	374	358	346	

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. Die Ergebnisse dieser Expertenschätzung sind im Anhang, Kapitel 19.6.1.1 dargestellt.

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 265) 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.

Für die Deponiegasnutzung wurden verschiedene nationale Datenquellen verglichen und ein konsistenter, konservativer Ansatz gewählt.

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)

. Für die Jahre 2008 und 2009 waren Rückrechnungen erforderlich, da für diese Jahre nun belastbarere Energiedaten zur Berechnung der Erfassung des Deponiegases vorliegen. Bei der Erarbeitung des NIR 2011 lagen darüber hinaus Daten für die abgelagerten Abfallmengen nur bis zum Jahr 2008 vor. Für die Rückrechnung der Emissionen des Jahr 2009 wurden daher, die mit der Fachserie 19 vom 22.07.2011 veröffentlichten aktuelleren Daten genutzt.

Tabelle 269: Veränderungen durch die Rückrechnungen in CRF 6.A.1

Berichterstattung		2008	2009	2010
NIR 2011	Methanbildung [Gg/Jahr]	943	869	---
	Methanfassung [Gg/Jahr]	421	421	---
	Methanemissionen [Gg/Jahr]	470	403	---
NIR 2012	Methanbildung [Gg/Jahr]	943	874	821
	Methanfassung [Gg/Jahr]	374	358	347
	Methanemissionen [Gg/Jahr]	518	464	427

8.2.1.6 Geplante Verbesserungen (6.A.1)

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 Vergabe des Gutachtens erfolgte im Oktober 2011 im Rahmen einer öffentlichen Ausschreibung.

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.

8.3 Abwasserbehandlung (6.B)

CRF 6.B	Gas	HK	1990		2010		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
Domestic and Commercial Wastewater	CH ₄	-	T/-	2.226,2	(0,18%)	70,9	(0,01%)	-96,81%
Domestic and Commercial Wastewater	N ₂ O	-	-/T2	2.223,5	(0,18%)	2.302,5	(0,24%)	3,55%

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 Methanemissionen der industriellen Abwasser- und Schlammbehandlung (6.B.1)

8.3.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.1)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO ₂ , N ₂ O	NA	NA	NA

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 95 % am entstehenden Abwasser.

Tabelle 270: Direkt eingeleitetes Abwasser mit Behandlung, nach [Statistisches Bundesamt 2010c, Tabelle 8.8]

Produktionsbereich	Mio m³ Abwasser
Herstellung von chemischen Erzeugnissen	310
Herstellung von Papier und Pappe	234
Erzeugung und Verteilung von Energie	149
Herstellung von Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen	74
Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln, Getränken	65
Herstellung von Kokereierzeugnissen, Mineralölerzeugnissen, Spalt- und Brutstoffen	31
Gewinnung von Steinen und Erden, sonstigen Bergbauerzeugnissen	29
Sonstige	32
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.

8.3.2 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 – ähnlich wie in Schweden und Dänemark – unter aeroben Bedingungen (kommunale Kläranlagen, Kleinkläranlagen) d. h. es treten keine Methanemissionen auf (Default Wert MCF = 0), da diese nur unter anaeroben Bedingungen entstehen können.

Eine Ausnahme bildet die Behandlung der Abwassermengen von Einwohnern (human sewage), die nicht an die Kanalisation bzw. Kleinkläranlagen angeschlossen sind. 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, wurde jedoch seit 1990 drastisch reduziert; der Anschlussgrad an Kleinkläranlagen hat sich stetig erhöht. 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, Chapter 6: Wastewater Treatment and Discharge, Table 6.4). 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) sowie ein MCF von 0,5 für abflusslose Gruben angenommen. Der MCF für abflusslose Gruben wurde auf Basis von anderen Ländererfahrungen abgeschätzt (Faultanks in den USA, anaerob behandeltes kommunales Abwasser in der Tschechischen Republik (vergleiche Kapitel 19.6.2). Die Emissionen werden folgendermaßen ermittelt.

$$CH_4(\text{abflusslose Gruben}) = \text{kg BSB}_5 / \text{Jahr} \times 0,6 \text{ kg CH}_4 / \text{kg BSB}_5 \times 0,5$$

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, 2009 und 2010 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) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

Der MCF für abflusslose Gruben in Deutschland wurde auf Basis einer Auswertung der nationalen Inventarberichte anderer Staaten abgeleitet (vergleiche Kapitel 19.6.2). Andere Datenquellen liegen nicht vor.

Die Tatsache, dass bei der aeroben Abwasserbehandlung in Kläranlagen keine Methanemissionen in nennenswertem Umfang entstehen, kann auch in anderen Ländern beobachtet werden (Schweden, Dänemark).

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 Klärschlamm 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 Klärschlamm 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 Klärschlammes, 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 Klärschlamm aus der biologischen Abwasserbehandlung wird in Deutschland (ggf. nach der Entwässerung und Stabilisierung) den folgenden drei Entsorgungswegen zugeführt:

- Behandlung in Mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen (MBA): Entsprechende Methanemissionen werden im Abfallbereich berichtet.
- 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 Rekultivierungsmaßnahmen und die Kompostierung. 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 271 aufgeführt.

Tabelle 271: 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)⁸⁷. 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) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

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 (AUST, o.J.).

⁸⁷ 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 wird für Deutschland für die Jahre 1989-91 eine durchschnittliche Eiweißzufuhr pro Person und Tag von 98g angegeben.⁸⁸
- Entsprechend dem FAO statistical yearbook 2007 – 2008 (2010)⁸⁹ werden für Deutschland durchschnittliche Eiweißzufuhren pro Person und Tag von 95 g (1994-1996), 97 g (1999 – 2001) und 99 g (2003-2007) 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:

$$N_2O_{(s)} = N_2O \text{ Emissionen des menschlichen Abwassers (kg } N_2O - N / a)$$

$$Protein = \text{jährliche Eiweißzufuhr (kg / person / a)}$$

$$NR_{PEOPLE} = \text{Zahl der Einwohner im Land}$$

$$EF_6 = \text{Emissionsfaktor (Default 0,01 (0,002 – 0,12) kg } N_2O - N / \text{kg produziertes Abwasser – N)}$$

$$Frac_{NPR} = \text{Anteil an Stickstoff im Eiweiß (Default = 0,16 kg N / kg Eiweiß)}$$

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 Statistical Yearbook 2004 entnommen. Die Daten für 1994–1996 und 1999–2001 sowie für 2003–2007 wurden dem FAO Statistical Yearbook 2007-2008; 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.

88 FAO Statistical Yearbook 2004 Vol.1/1

http://www.fao.org/statistics/yearbook/vol_1_1/index.asp; September 2007

89 FAO Statistical Yearbook 2007-2008; 2010 table D.1;

<http://www.fao.org/economic/ess/publications-studies/statistical-yearbook/fao-statistical-yearbook-2007-2008/d-consumption/en/>; 2010

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, 2000)⁹⁰ wurde anhand der geschätzten Lebensmittelverzehrdaten für das Jahr 1993 u.a. die mittlere tägliche Zufuhr an Proteinen abgeschätzt. Aus diesen Daten konnte ein gemittelter Wert von ca. 76,5 g Eiweiß/ Person und Tag⁹¹ 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.

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.

90 Der Ernährungsbericht wird im vierjährigen Rhythmus herausgegeben.

91 Der Wert wurde ermittelt mit der groben Abschätzung, dass es sich jeweils um 50% Männer (81,5 g/Tag) und Frauen (71,6 g/Tag) in Deutschland handelt.

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		2010		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Other	CH ₄	-	-	49,8 (0,00%)	544,6 (0,06%)	994,12%	
Other	N ₂ O	-	-	14,0 (0,00%)	353,8 (0,04%)	2430,6%	

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 272: 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									
Abfallmenge	8.860									

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:

EF-N₂O = 83 g N₂O/Mg Bioabfall
 EF-CH₄ = 2,5 kg CH₄/Mg Bioabfall

Für Grünabfälle ermittelte die gleiche Studie die folgenden Emissionsfaktoren:

EF-N₂O = 60,3 g N₂O/Mg Grünabfall
 EF-CH₄ = 3,36 kg CH₄/Mg Grünabfall

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 2009 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 2009 eine Reduktion der Emissionen aus der Bioabfallverwertung um 6,7 % sowie eine Erhöhung der Emissionen aus der Grünabfallverwertung um 2,9 %. Die Gesamtemissionen in der Berichterstattung 2012 für das Jahr 2009 mussten für diesen Bereich gegenüber dem NIR 2011 um 2,3 % nach unten korrigiert werden (von 755 Gg CO₂-Äquivalente auf 738 Gg CO₂-Äquivalente).

8.5.1.6 Geplante Verbesserungen (6.D.1)

Derzeit wird im Auftrag des Umweltbundesamtes ein Forschungsvorhaben durchgeführt, dessen Ziel es ist, die Datengrundlage für die Emissionsfaktoren für CH₄ und N₂O 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.

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. Für die Jahre 2007 bis 2009 werden Daten aus dem Forschungsprojekt „Anlagen zur mechanisch-biologischen Restabfallbehandlung“ (UBA, 2007) übernommen, da Unstimmigkeiten in den Daten des Statistischen Bundesamtes bislang nicht ausgeräumt werden konnten. Die Daten des *Statistischen Bundesamtes* erfassen nicht alle Anlagenvarianten, die vom Emissionsverhalten her der MBA entsprechen. Beispielsweise werden die behandelten Abfallmengen der mechanisch-biologischen Stabilisierungsanlagen (MBS) nicht erfasst. Nach den Daten des Statistische Bundesamtes wurden 2009 4;0 Mio. Mg/a Abfälle und nach den Ergebnissen des Forschungsprojektes 4,9 Mio. Mg/a mechanisch-biologisch behandelt. Für das Jahr 2010 nach Rückfrage beim Verband Abfallbehandlung) 5,0 Mio. Mg/a angesetzt Um eine Unterbewertung der Treibhausgasemissionen der MBA auszuschließen erfolgt die Emissionsberechnung auf der Grundlage der jeweils höheren Abfallmengen des Forschungsprojektes bzw. der Mitteilung der ASA.

Aktivitätsdaten

Die in MBA behandelten Abfallmengen werden seit 1995 regelmäßig vom Statistischen Bundesamt erhoben und veröffentlicht. Diese Daten wurden bis einschließlich 2006 genutzt. Für die Jahre 2007 bis 2009 wurden Daten aus dem Forschungsprojekt „Anlagen zur mechanisch-biologischen Restabfallbehandlung“ (UBA, 2007) und für 2010 Daten der MBA-Betreiber übernommen (siehe Methodische Aspekte).

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-N₂O = 375 g N₂O/Mg Abfall
EF-CH₄ = 150 g CH₄/Mg Abfall

Für Zeitraum ab 2006 werden die Begrenzungen der Emissionsfrachten der 30. BImSchV als Emissionsfaktoren übernommen:

EF-N₂O = 100 g N₂O/Mg Abfall
EF-CH₄ = 55 g CH₄/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 N₂O-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) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

8.5.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (6.D.2)

Rückrechnungen waren nicht erforderlich.

8.5.2.6 Geplante Verbesserungen (6.D.2)

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.

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 2012 nach Quellgruppen

Die Rückrechnungen begründen sich diesjährig durch verschiedene methodische Anpassungen, die teilweise erhebliche Veränderungen in den betroffenen Quellgruppen nach sich zogen (vor allem CRF 4 und 5), sowie weiteren Detailverbesserungen.

Die Inventare enthalten dabei Verbesserungen in folgenden Bereichen:

Energie (auszugsweise):

- Aktualisierung statistischer Daten für 2009 (1.A)
- Umstellung der zuletzt für 2009 verwendeten Aktivitätsdaten von den Auswertungstabellen auf die Energiebilanz bzw. von der vorläufigen auf die überarbeitete Energiebilanz 2009 (1.A, 1.C)
- Überarbeitung der Aktivitätsdaten für Müllverbrennung (1.A.1, 1.A.2)
- Aktualisierung des Rechenmodells TREMOD-AV (1.A.3.a, 1.C.1.a)
- Überarbeitung des innerdeutschen/nationalen bzw. internationalen Anteils am Gesamt-Kerosineinsatz ab 2007 (1.A.3.a, 1.C.1.a)
- Abgleich der Aktivitätsdaten für Kerosin und Flugbenzin mit der Energiebilanz (ab 2008) (1.A.3.a, 1.C.1.a)
- Aktualisierung (ab 1995) des Rechenmodells TREMOD (1.A.3.b, c, d)
- Neuberechnung der Menge mitverbrannter Schmierstoffe nach Korrektur der verwendeten Diesel- und Biodiesel-Mengen 2009 (1.A.3.c)
- geringfügige Korrektur der EF(CH₄) gemäß TREMOD (1.A.3.c)
- Umstellung auf ETS-Daten (1.A.3.e i)
- Anpassung aller EF an TREMOD-MM (1.A.4.c ii)
- rundungsbedingte Korrekturen der AR für Kerosin (ab 2001) und Flugbenzin (ab 1995) (1.A.5.b)
- umfassende Anpassungen infolge eines Forschungsvorhabens (1.B.1)
- Umstellung auf aktualisierte Verbändedaten (1.B.2)

Industrieprozesse:

- Erhöhung der CO₂-Emissionen (ab 1990) aus dem Sodaeinsatz in der Glasindustrie nach Korrektur der Aktivitätsdaten (2.A.4.b)
- Aktualisierung der statistischen Eingangsdaten 2006-2009 (2.C.2) bzw. 2009 (2.C.1 & 2.C.3)
- Korrektur der Produktions- und Zulassungszahlen 2009 von Kühlfahrzeugen (2.F.1.c)

- Korrektur der Anzahl neu zugelassener Nutzfahrzeuge mit einer Gesamtmasse größer 7,5 t (basierend auf neueren Veröffentlichungen des Kraftfahrtbundesamt) sowie der Menge der in Klimaanlage neuer Schienenfahrzeuge verwendeten F-Gase (2009) (2.F.1.f)
- geringfügige Rückrechnungen für elektrische Betriebsmittel (1995-1999) (2.F.7).

Lösemittel und andere Produktverwendung: - *keine Rückrechnungen* -

Landwirtschaft:

- Aktualisierung der Tierzahlen (Pferde, Schweine, Geflügel) (4.A, 4.B)
- Änderung des Tiermodells für Milchkühe, Färsen, Mastbullen, Mutterkühe, Zuchtbullen, Sauen, Aufzuchtferkel, Mastschweine, Lämmer und Puten (4.A, 4.B)
- Aktualisierung der Fütterungsdaten für Milchkühe, Färsen, Mastbullen, Sauen und Eber (4.A, 4.B)
- Verbesserung des Modells zur Berechnung der Tierzahlen in den Inventarkategorien „Saugferkel“, „Aufzuchtferkel“ und „Mastschweine“ aus offiziell berichteten Schweinezahlen (4.A, 4.B)
- neues nationales Verfahren zur Berechnung der VS-Ausscheidungen (4.B)
- Aktualisierung des N-Gehaltes der Einstreu in Festmistsystemen (4.B)
- Aktualisierung der Verteilungen von Stallhaltungs-, Lager- und Ausbringungsverfahren sowie der Weidedauern durch die Landwirtschaftliche Zählung 2010, die Erhebung zur Wirtschaftsdüngerausbringung 2011 und Expertenurteile (4.B)
- Abnahme der in den Boden gelangenden N-Mengen aufgrund verringerter N-Ausscheidungen infolge von Tiermodell-Änderungen und einer Korrektur bei den Ernterückständen (4.D)
- Aktualisierung der Flächen der organischen Böden (4.D)
- Korrektur eines Datenübertragungsfehlers bei der biologischen N-Fixierung (4.D)
- Aktualisierung der Berechnung der NO-Emissionen im Bereich landwirtschaftlicher Böden (Wegfall von NO aus Leguminosen und Ernterückständen sowie Aktualisierung des NO-Emissionsfaktors für Weidegang) (4.D)
- Aktualisierung der Klärschlamm-Mengen für die Jahre 2007 und 2009

Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft:

- neues Berichtssystem/neue Landflächenmatrix mit weitgehend neuen Daten für den gesamten Berichtszeitraum (5.A-F)
- neue Emissionsfaktoren für Mineralböden (5.A-F)
- Umstellung der Übergangszeit bei Landnutzungsänderungen auf 20 Jahre (5.A-F)
- erstmalige Erfassung toter organischer Substanz infolge von Entwaldung (5.B-F)

Abfall und Abwasser:

- Aktualisierung der statistischen Eingangsdaten 2008 & 2009 (6.A, 6.D)

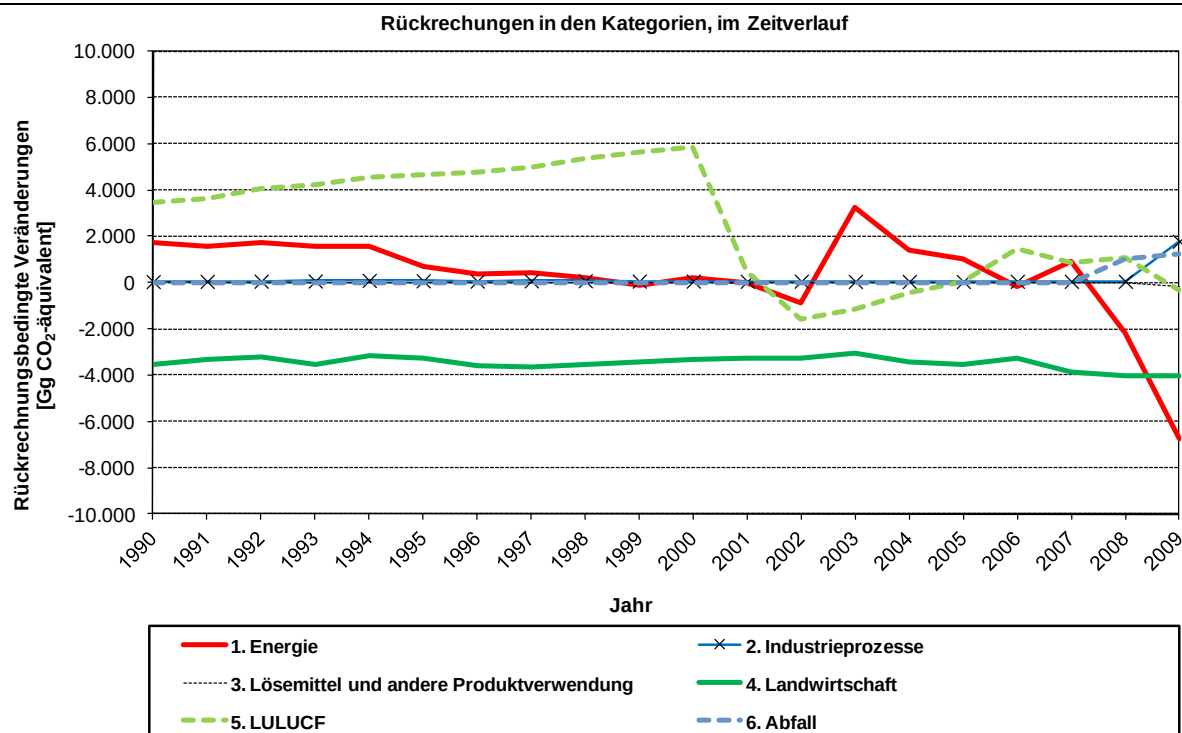


Abbildung 71: Änderung der Gesamtemissionen über alle Kategorien im Vergleich zur Submission 2011 für die gesamte Zeitreihe

10.1.1.3 Rückrechnungen im Inventar 2012 nach Substanzen

Rückrechnungen erfolgten in folgenden Quellgruppen (siehe jeweils Nennungen unter 10.1.1.2):

Tabelle 273: 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	
5 – LULUCF	x	x	x	
6 – Abfall & Abwasser				

Tabelle 274: durch Rückrechnungen des Inventars bedingte prozentuale Änderung gegenüber der vorjährigen Berichterstattung

	Basisjahr (1990/ 1995)	2009
	Veränderung in [%]	
Gesamt (CO ₂ -äquiv.)	-0,18%	-0,87%
CO ₂	0,05%	-0,57%
CH ₄	-0,17%	-0,50%
N ₂ O	-2,91%	-4,83%
HFC, PFC, SF ₆	0,16%	-0,38%

Quelle: eigene Berechnungen, Emissionen ohne LULUCF

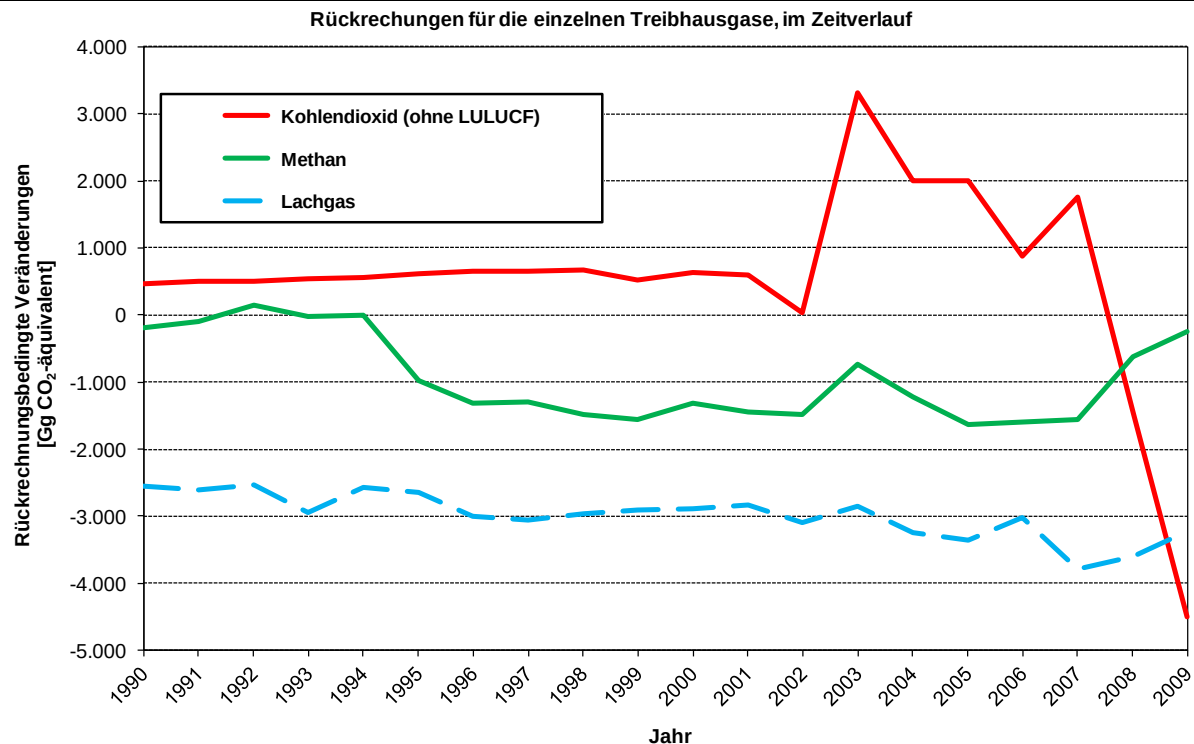


Abbildung 72: Rückrechnung der Gesamtemission der einzelnen Treibhausgase über alle Quellgruppen im Vergleich zur Submission 2011, für die gesamte Zeitreihe

10.1.1.4 Rückrechnungen als Umsetzung von Ergebnissen des Review Prozesses

Gegenüber Submission 2011, die die Datenbasis für die hier beschriebenen Rekalkulationen darstellt, erfolgten nur geringfügige Review-bedingte Rückrechnungen:

- Neuberechnung der Landflächenmatrix für den gesamten Sektor (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 2012 nach Quellgruppen

- Für die mineralischen Böden wurde durch die Verwendung einer neuen Methode veränderte EF für die Aufforstung und Entwaldung (KP 3.3) hergeleitet. Weiterführende Informationen sind im Kapitel 7.1.5 zu finden.
- Auch bei der Biomasse wurden durch die Methodenumstellung 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 eine erweiterte Datengrundlage aus den Erhebungen BZE II und BioSoil für Aufforstungs- und Entwaldungsflächen (KP 3.3) (siehe Kapitel 7.2.4.3).
- Neuberechnung der Emissionen aus Drainage wegen korrigierter EF für den bewirtschafteten Wald (KP 3.4)

10.1.2.3 Rückrechnungen im Inventar 2012 nach Substanzen

CO₂-Rückrechnungen erfolgten für die mineralischen Böden, die Biomasse und die Streu. Eine N₂O-Rückrechnung erfolgte für die Drainage. Für Methan (CH₄) waren hingegen keine Rückrechnung notwendig.

10.1.2.4 Rückrechnungen als Umsetzung von Ergebnissen des Review Prozesses

- Neuberechnung der Landnutzungsmatrix (KP 3.3, KP 3.4)

10.2 Auswirkung auf die Höhe der Emissionen**10.2.1 Treibhausgas-Inventar**

Veränderungen gegenüber der Submission 2011 fallen mit -0,18 % in 1990 sehr gering, mit einer Abnahme um 0,87 % für das Jahr 2009 dagegen deutlicher aus. Hier wirken sich vor allem die Nutzung aktualisierter Angaben der Energiebilanz 2009 sowie die Überarbeitung der Eingangsdaten im Bereich Landwirtschaft aus (siehe Tabelle 277).

Das Inventar wurde in Bezug auf Vollständigkeit und Genauigkeit verbessert.

Tabelle 275: durch Rückrechnungen bedingte prozentuale Veränderungen der nationalen Gesamtemissionen gegenüber der vorjährigen Berichterstattung

Jahr	Submission 2011 [Gg CO ₂ -äquivalent]	Submission 2012 [Gg CO ₂ -äquivalent]	Veränderung absolut [Gg CO ₂ -äquivalent]	Veränderung relativ [%]
1990	1.248.676	1.246.407	-2.269	-0,18%
1991	1.202.864	1.200.651	-2.212	-0,18%
1992	1.152.732	1.150.852	-1.880	-0,16%
1993	1.144.108	1.141.686	-2.422	-0,21%
1994	1.124.054	1.122.050	-2.003	-0,18%
1995	1.120.673	1.117.698	-2.975	-0,27%
1996	1.140.280	1.136.625	-3.655	-0,32%
1997	1.104.163	1.100.494	-3.669	-0,33%
1998	1.078.413	1.074.642	-3.771	-0,35%
1999	1.044.277	1.040.323	-3.954	-0,38%
2000	1.042.839	1.039.264	-3.575	-0,34%
2001	1.057.706	1.054.025	-3.681	-0,35%
2002	1.037.440	1.032.891	-4.549	-0,44%
2003	1.031.372	1.031.084	-288	-0,03%
2004	1.021.970	1.019.509	-2.461	-0,24%
2005	1.000.541	997.544	-2.997	-0,30%
2006	1.002.901	999.164	-3.738	-0,37%
2007	980.847	977.257	-3.589	-0,37%
2008	981.885	976.233	-5.652	-0,58%
2009	920.106	912.064	-8.042	-0,87%

Quelle: eigene Berechnungen, ohne Kohlendioxid aus LULUCF

Im Bereich der nur nachrichtlich berichteten Emissionen wurden für den internationalen Luftverkehr für alle Jahre ab 1995 minimale Rückrechnungen vorgenommen. Ursachen hierfür sind die unter Kapitel 3.2.10.1 ausführlich beschriebene Neuberechnung des Emissionsinventars des gesamten Luftverkehrs innerhalb des nun verwendeten Modells TREMOD-AV.

Korrekturen der in 2009 in Straßen- und Schienenverkehr sowie Binnenschifffahrt eingesetzten Biodiesel-Mengen führten ebenfalls zu geringfügigen Änderungen für das Jahr 2009.

Tabelle 276: durch Rückrechnungen bedingte prozentuale Veränderungen der nachrichtlichen Inventardaten gegenüber der vorjährigen Berichterstattung

	relative Veränderung	
	1990	2009
Emissionen aus dem internationalen Verkehr	0,00%	-0,43%
Luftverkehr	0,00%	-0,52%
Seeverkehr	0,00%	-0,16%
Multilaterale Einsätze	NE	NE
CO₂ Emissionen aus Biomasse	0,00%	-0,64%

Quelle: eigene Berechnungen

10.2.1.1 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 1990

Die Gesamtemissionen für 1990 verringern sich nur geringfügig um insgesamt etwa 0,18 % (siehe Tabelle 277).

Die absolut größten Veränderungen erfolgen dabei in den Sektoren *Landwirtschaft und Energie* mit -3.529 bzw. +1.719 Gg.

Die für die Bereiche *Lösemittel und andere Produktverwendungen (CRF 3)* sowie *Abfall & Abwasser (CRF 6)* berichteten Emissionen bleiben dagegen unverändert.

Mit +47 Gg oder +0,05 % fallen die für 1990 im Bereich *Industrieprozesse* vorgenommenen Korrekturen sehr gering aus.

Zu einer deutliche Abnahme kam es bei den für den Sektor *LULUCF* berichteten CH₄- und N₂O-Emissionen (-505 Gg oder 65 %).

Weitere wesentliche, jedoch nicht in das Inventar einfließende Änderungen erfolgten für die CO₂-Einbindungen und -Emissionen dieses Sektors. Hier führt eine grundlegende methodische Überarbeitung zu einer Abnahme der für 1990 berichteten Einbindungen um rund 4.000 Gg oder mehr als 12 %.

Detailliertere Informationen sind, in Ergänzung zu nachfolgender Tabelle, in den CRF-Tabellen 8(a)s1 und 8(a)s2 verfügbar.

Tabelle 277: Rückrechnung der CRF-spezifischen Gesamtemission über alle Treibhausgase 1990

	Submission 2011 [Gg CO ₂ -äquivalent]	Submission 2012 [Gg CO ₂ -äquivalent]	Veränderung absolut [Gg CO ₂ - äquivalent]	Veränderung relativ [%]
Nationale Gesamtemissionen (ohne CO₂ aus LULUCF)	1.248.676	1.246.407	-2.269	-0,18%
1. Energie	1.019.041	1.020.759	1.719	0,17%
2. Industrieprozesse	94.532	94.580	47	0,05%
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	4.477	4.477	0	0,00%
4. Landwirtschaft	86.740	83.211	-3.529	-4,07%
5. Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft	-31.175	-27.699	3.476	11,15%
CO ₂ (Netto-Emissionen/Einbindung)	-31.949	-27.968	3.981	12,46%
N ₂ O + CH ₄ (Emissionen)	774	269	-505	-65,27%
6. Abfall	43.111	43.111	0	0,00%

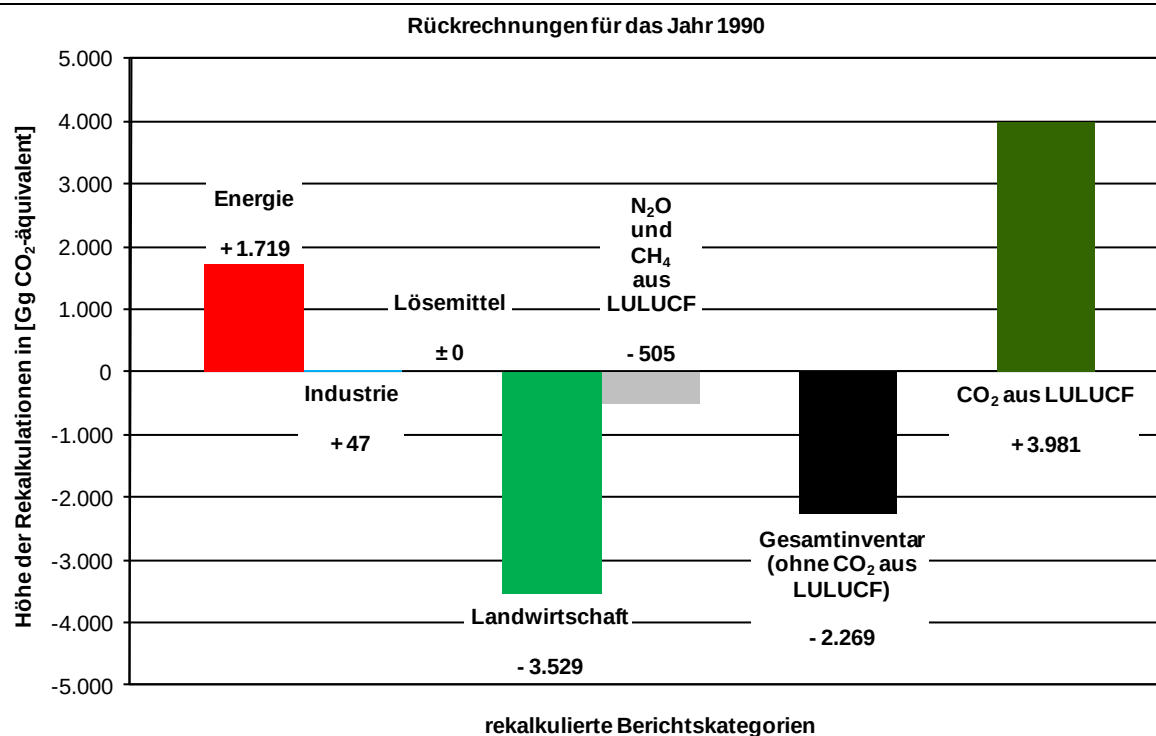


Abbildung 73: Rückrechnungen aller Treibhausgase 1990

10.2.1.2 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 2009

Die für das Jahr 2009 berichteten Gesamtemissionen ohne CO₂ aus LULUCF nehmen im Vergleich zur Submission 2011 um 0,86 % ab (siehe Tabelle 278).

Die mengenmäßig größten Veränderungen erfolgten wiederum in den Sektoren *Energie* (- 6.747 Gg) und *Landwirtschaft* (-4.043 Gg). Für CRF 1 ist dies besonders auf die Überarbeitung der Energiebilanz 2009 zurückzuführen. Die in CRF 4 erfolgten umfassenden Neuberechnungen sind in Kapitel 10.1.1.2 aufgeführt und werden in entsprechenden Quellgruppenkapiteln näher erläutert.

Weitaus deutlicher als für 1990 fielen mit +1.790 Gg oder +2,44 % die Korrekturen im Sektor *Industrieprozesse* aus.

Für den Bereich *Lösemittel und andere Produktverwendungen* ergibt sich eine Abnahme der berichteten Emissionen um 160 Gg oder 8,95 %.

Die wiederum deutliche Abnahme der für den Sektor *LULUCF* berichteten CH₄- und N₂O-Emissionen (-36 %) 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 geringfügigen Absenkung der für 2009 berichteten Emissionen um 200 Gg bzw. etwas mehr als 1 %.

Mit +1.264 Gg bzw. +10,75 % kam es zudem zu vergleichsweise großen Anpassungen der für den Sektor *Abfall & Abwasser* berichteten Emissionen.

Weitere Rückrechnungsinformationen enthalten die CRF-Tabellen 8(a) und 8(b) und nachfolgende Zusammenstellung.

Tabelle 278: Rückrechnung der CRF-spezifischen Gesamtemission über alle Treibhausgase 2009

	Submission 2011 [Gg CO ₂ -äquivalent]	Submission 2012 [Gg CO ₂ -äquivalent]	Veränderung absolut [Gg CO ₂ -äquivalent]	Veränderung relativ [%]
Nationale Gesamtemissionen (ohne CO ₂ aus LULUCF)	920.106	912.064	-8.042	-0,87%
1. Energie	760.126	753.379	-6.747	-0,89%
2. Industrieprozesse	73.324	75.114	1.790	2,44%
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	1.786	1.626	-160	-8,95%
4. Landwirtschaft	72.702	68.659	-4.043	-5,56%
5. Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft	17.563	17.221	-342	1,95%
CO ₂ (Netto-Emissionen/Einbindung)	17.155	16.959	-196	1,14%
N ₂ O + CH ₄ (Emissionen)	408	262	-146	-35,72%
6. Abfall	11.760	13.024	1.264	10,75%

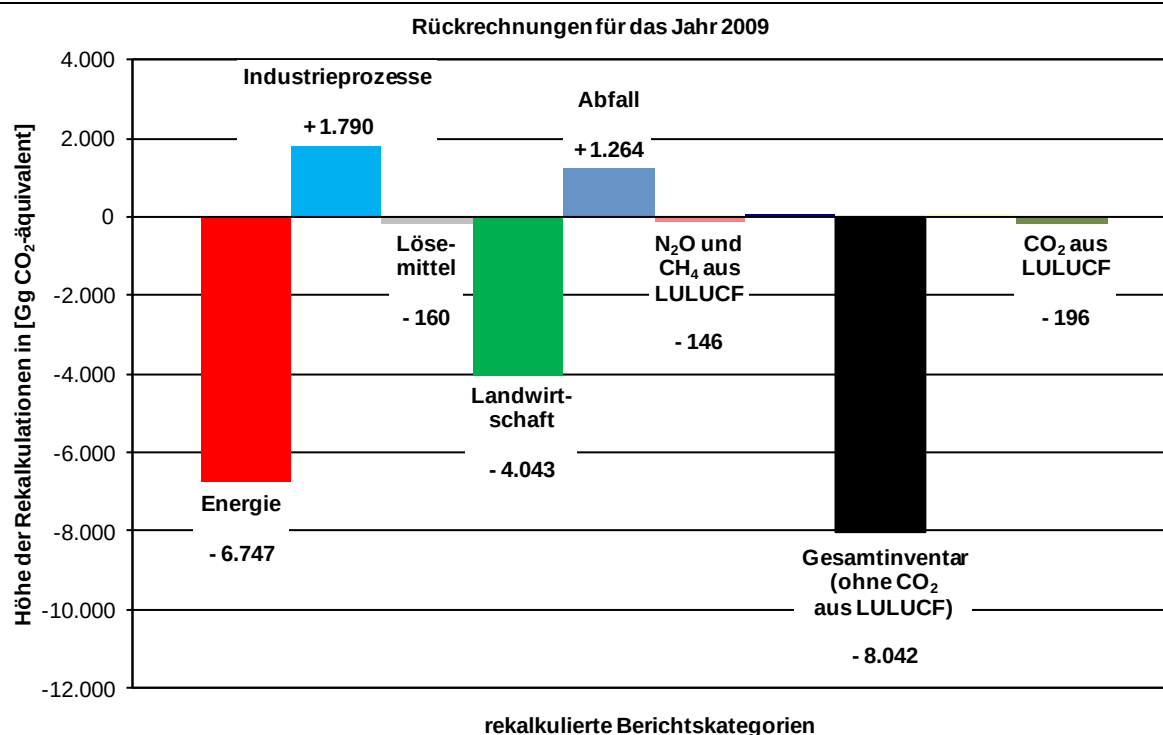


Abbildung 74: Rückrechnungen aller Treibhausgase 2009

10.2.2 KP-LULUCF-Inventar

10.2.2.1 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 1990

Die Gesamtsenke für 1990 verringert sich durch methodische Korrekturen um insgesamt etwa 4 % (siehe Tabelle 279). Dies ist zu 60 % auf die Veränderung bei der Waldbewirtschaftung und zu 40 % auf erfolgte Aufforstung oder Entwaldung zurückzuführen.

Tabelle 279: Rückrechnung der KP-LULUCF-Gesamtemission über alle Treibhausgase 1990

	Submission 2011	Submission 2012	Veränderung absolut	Veränderung relativ
	[Gg CO ₂ -äquivalent]	[Gg CO ₂ -äquivalent]	[Gg CO ₂ -äquivalent]	[%]
Aufforstung (KP3.3)	934	1.139	205	21,95%
Entwaldung (KP3.3)	1.172	2.102	930	79,35%
Waldbewirtschaftung (KP3.4)	-70.927	-69.326	1.601	2,26%
gesamt	-68.821	-66.085	2.736	3,97%

10.2.2.2 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 2009

Die Gesamtsenkenleistung steigt für das Jahr 2009 im Vergleich zur Submission 2011 um 0,80 %. Dies ist vor allem auf die Verbesserung der Schätzung der Entwaldungsflächen und der zugehörigen Emissionsfaktoren zurückzuführen.

Tabelle 280: Rückrechnung der KP-LULUCF-Gesamtemission über alle Treibhausgase 2008

	Submission 2011	Submission 2012	Veränderung absolut	Veränderung relativ
	[Gg CO ₂ -äquivalent]	[Gg CO ₂ -äquivalent]	[Gg CO ₂ -äquivalent]	[%]
Aufforstung (KP3.3)	-4.779	-5.568	-789	-16,51%
Entwaldung (KP3.3)	1.066	464	-602	-56,47%
Waldbewirtschaftung (KP3.4)	-20.626	-19.429	1.197	5,80%
gesamt	-24.339	-24.533	-194	0,80%

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 25,1 % dar.

Nach den zuletzt deutlichen Rückgängen liegen die reinen CO₂-Emissionen mit plus 4,4 % deutlich über den Werten des Krisenjahres 2009. Die CH₄-Emissionen gehen mit -1,8 % geringfügig zurück. Die Lachgas-Emissionen sinken dagegen gegenüber 2009 sehr deutlich um 13,6 %. Die HFC-, PFC- und SF₆-Emissionen entwickeln sich dagegen uneinheitlich: Gegenüber 2009 werden 4,4 % weniger HFCs und sogar 15 % weniger PFCs emittiert. Die SF₆-Emissionen nehmen dagegen um 5,7 % zu.

10.3.2 KP-LULUCF-Inventar

Die Konsistenz der Zeitreihen wurde durch die Rückrechnung hergestellt. Vor allem durch die konsistente Schätzung der Entwaldungsflächen durch eine einheitliche Methode konnte eine wesentliche Verbesserung der Emissionsschätzung erfolgen. Insgesamt führte das für Aufforstungs-, Entwaldungs- und bewirtschaftete Flächen nur zu einer geringen 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 281: Zusammenstellung der im IP dokumentierten erledigten Review-Empfehlungen

CRF	ARR Reference	Recommendation / Aspect	Improvement	NIR-Chapter
QSE	Initial Review 2007 § 18; ARR 2006 §19	The ERT recommends that Germany continue its current QA/QC practices and enhance them where possible (e.g. by holding regularly scheduled workshops to discuss methods, data quality, etc., developing additional agreements with industry associations, and formalizing agreements with other government institutions to ensure continued timely and accurate information). Although the QA/QC plan is in line with the IPCC good practice guidance, the ERT notes that it is still evolving, in particular in respect of specific roles and responsibilities of data developers and data suppliers in institutions outside UBA. Implementation of the policy paper on the national system mentioned in paragraph 15 above will be essential in fully implementing the QA/QC plan. The ERT further recommends that Germany clearly document the quality control and quality assurance (QA) systems of external data providers to ensure that they conform to the IPCC good practice guidance under the implementation of the national QA/QC plan.	Minimum requirements pertaining to data documentation, a system for QA/QC and archiving for external data providers have been established and approved by the coordination committee.	Chapter 1.3.3
QSE	Initial Review 2007 § 19	The ERT recommends that additional category-specific analyses such as those prepared for the in-country review be incorporated in the QA/QC activities (e.g. analyses of trends and underlying drivers, as well as additional reviews (e.g. peer reviews), as part of QA).	Category-specific analyses of trends, incl. Underlying factors, as well as additional peer reviews are incorporated into the QA/QC activities.	Various NIR Chapters
QSE	ARR 2010 § 39	The ERT recommends that Germany strengthen the implementation of the QA/QC procedures in those institutions outside UBA which participate in the inventory preparation.	These minimum QA/QC requirements, established and approved by the coordination committee, are part of all new cooperation agreements with external institutions providing data or participating in the inventory preparation. With regard to agricultural and LULUCF sector the Heinrich von Thünen Institute has established an internal quality management, applying the quality management system of the UBA.	Chapter 6&7
Key Category Analysis	ARR 2010 § 29	In presenting the results of the key category analysis Germany has removed six categories from the list of identified key categories due to their small importance and declining trend. This is not consistent with the IPCC good practice guidance and IPCC good practice guidance for LULUCF. The ERT recommends that Germany present the results of the key category analysis in accordance with the IPCC good practice guidance for LULUCF.	Germany Reports all identified categories in its key category analysis.	Chapter 17
Recalculations	ARR 2009 §§33, 60	ERT recommends that Germany improve the reporting of recalculations and ensure that information in the NIR and in the CRF tables are consistent	Germany has improved the consistency of the reporting and description of recalculations in the NIR.	Chapter 10.1

CRF	ARR Reference	Recommendation / Aspect	Improvement	NIR-Chapter
1.A	ARR 2010 §§ 41c, 57	The ERT noted that the NIR described the trends for the energy sector in chapter 2, but did not provide explanations of emissions trends at the category level. However, this information was provided by the Party during the review week. The ERT recommends that Germany explore including this information in its next annual submission.	Germany provided detailed descriptions of emissions trends at the category level for the most categories	Chapter 3.2
1.A.1.a 1.A.2.a	/ SL 2010	ERT recommends that Germany use the activity data available from BGS statistics to estimate the consumption of blast furnace gas, estimate emissions from blast furnace gas using the fuel consumption and the CS EF for CO ₂ and N ₂ O and report these in the relevant categories in line with the Revised 1996 IPCC GL and the IPCC GPG.	Germany follows the recommendation by ERT and provides new estimates for source category 1.A.2.f Other (industrial steam boiler). The party found an underestimation of blast furnace and blast oxygen furnace gas.	Chapter 3.2
1.B.1.c	ARR 2008 §30	ERT recommended that Germany include a table with the time series of pit gas recovered in the next NIR	Germany has included a figure on Pit gas emitted and used as fuel in the NIR	Chapter 3.3.1
1.B.2.c	SL 2010	ERT recommends that Germany assess the flaring/losses as reported in the Energy Balance to derive a separation between the amount of natural gas used for flaring and the amount of natural gas losses. Germany should estimate emissions from losses using country specific emission factors and the amount of natural gas lost and report these in line with the Revised 1996 IPCC GL; estimate emissions from flaring using CS EF and the quantity of natural gas flared	Germany provides new estimates for source category 1.B.2 for N ₂ O emissions only. For CO ₂ and CH ₄ no new estimates will be provided as they have already been reported under 1.B.2.b and 1.B.2.c.	Chapter 3.3.2
2.F	ARR 2010 § 90	Germany reports potential emissions of HFC, PFC and SF ₆ . However, the calculations of the potential emissions are not in line with the IPCC good practice guidance. In the CRF tables, the potential emissions reported only give values for „imports“ and for total potential emissions. During the in-country visit, the ERT identified that, for many categories, the values calculated as potential emissions referred only to the difference between stocks and the actual emissions. This approach is not in line with the definition of potential emissions in the Revised 1996 IPCC Guidelines. The ERT recommends that Germany correct the calculation of potential emissions in its next annual submission, applying the correct definition (potential emissions = production + imports (in bulk and inside equipment) - exports (in bulk and inside equipment)).	Germany has corrected the reporting of potential emissions using the equation of the Revised 1996 IPCC GL.	Chapter 4.7
4	ARR 2010 § 102	The ERT acknowledged that Germany has significantly improved its documentation of this sector in the NIR. The ERT noted that each year Germany compiles a separate, more detailed report on the inventory calculations for the agricultural sector ... The ERT recommends that Germany include this report with its annual submission.	Since the Submission 2011 Germany provided a detailed report on the inventory calculations for the agricultural sector as an attachment to the NIR.	
4	ARR 2010 § 103	The ERT noted the following quote from this chapter the following document, „Comparison of IPCC 2006 with IPCC 1996b“, justifies the use of the new methods described in IPCC 2006 instead of the methods described in IPCC 1996b for calculation of greenhouse gases in the German agricultural sector. The ERT noted with concern that there is no mention of or reference to the IPCC good practice guidance. The ERT concluded that information contained in this chapter is, to a certain degree, selective and	The respective NIR chapter has been revised and updated.	Chapter 19.4.1

CRF	ARR Reference	Recommendation / Aspect	Improvement	NIR-Chapter
		insufficient in its argumentation,		
4.A	ARR 2010 § 109	Germany uses a model developed by Ellis et al. (2008) to estimate CH ₄ enteric fermentation emissions from dairy cattle. This has resulted in a MCF of 5.34 per cent for the latest inventory year. However, the ERT noted that this model was developed based on North American conditions where there is intensive use of Monensin (a growth regulator that is known to depress the CH ₄ formation) and other feeding additives. Monensin was banned in the European Union on 1 January 2006 and Germany confirmed that Monensin is not used in Germany. Therefore, the ERT recommended that Germany revise its estimate to be applicable for German conditions. In response, Germany submitted revised estimates on 5 November 2010 using an MCF of 6.0 per cent, which is in accordance with the IPCC good practice guidance. ... In its response, Germany also indicated that this value leads to a national IEF value which is higher than the IEFs of other central European countries with similar milk yields. The ERT recommends that Germany explore this issue further. The ERT also encourages Germany to make the comparison with other countries as suggested in paragraph 104(a) above.	A MCF of 6.0 per cent for Dairy cattle is used, which is in line with the IPCC GPG.	Chapter 6.2
4.A	ARR 2010 § 110	The ERT found that Germany continues to use the 2006 IPCC Guidelines to estimate emissions for other cattle, which gives rise to a slightly higher emission when compared to emissions compiled using the IPCC good practice guidance. The German model differentiates between the MCF for small calves (2.0 per cent) based on national expertise) and older animals, where the default MCF of 6.5 per cent from the 2006 IPCC Guidelines is used. The ERT recommends that Germany verify the MCF for small calves in its next annual submission.	The MCF for small calves has been verified.	Chapter 6.2
4.B.	ARR 2010 § 112	The information provided by the Party in the NIR, the CRF and during the review week was not fully coherent nor transparent. The ERT recommends that, in its next annual submission, Germany provide detailed information on revisions to its stable type distribution and surface cover of manure stores, and recommends that the Party define and justify the NH ₃ , N ₂ O and CH ₄ EFs used for each stable type.	The stable type distribution has been revised and updated (LZ, 2010)	Chapter 6.3
4.B.	ARR 2010 § 114	Germany has used a country-specific ash content value of 13.9 per cent to estimate the amount of VS in dairy cattle manure; this value is based on a study in 1975. For other cattle, Germany uses the default value of 8.0 per cent from the IPCC good practice guidance. ... During the review week, the ERT sought justification from the Party on the assumed value and Germany subsequently acknowledged that the current value is too high. The ERT concludes that the assumed value for the ash content is too high and results in a reduction in the amount of VS in manure, and therefore is a potential underestimation of CH ₄ emissions. The ERT therefore recommended that Germany revise its emission estimate for all years using an ash content from the Revised 1996 IPCC Guidelines.	Germany submitted revised estimates on 5 November 2010 which satisfied the concerns of the ERT.	Chapter 6.3
4.A / 4.B	ARR 2008 §46	ERT recommends that Germany extrapolate the number of animals to the inventory year to improve the time-series consistency of the inventory.	Time-series consistency of the inventory is improved by an interpolation of numbers of animals were necessary and appropriated.	Chapter 6.1.4.2
4.B.	ARR 2010 § 115	The stable type distribution in Germany has not been updated since 1999. The ERT noted that the current information on stable types and storage times appear to be insufficient, especially knowing the detailed livestock categories used by Germany to estimate emissions. ... During the review week, Germany informed the ERT that its national statistical agency together with EUROSTAT, the European Commission's statistical agency, is planning a survey of stable types in Germany. The ERT recommends that Germany update its stable type distribution and storage times for the different manure and livestock types, and to report thereon in its next annual submission.	The stable type distribution has been revised and updated (LZ, 2010)	Chapter 6.3

CRF	ARR Reference	Recommendation / Aspect	Improvement	NIR-Chapter
4.B.	ARR 2010 § 116	The ERT concludes that this exclusion may result in a high uncertainty of CH ₄ emissions, especially in the case of deep litter bedding. The ERT encourages Germany to investigate the possible effect of excluding straw from the manure management system, and if an underestimation is occurring then revise its methodology and emission estimates and report thereon in its next annual submission.	Germany investigated the possible effect of excluding straw from the manure management system and concluded that no significant effects can be found.	Chapter 6.3
4.B.	ARR 2010 § 117	Table 230 of the NIR is used by Germany to compare the effect of using the 2006 IPCC Guidelines instead of the Revised 1996 IPCC Guidelines. Furthermore, the Party concludes from this comparison that the use of the 2006 IPCC Guidelines yields the highest N ₂ O emission. However, the ERT found that, in this comparison, the Party is using the lower bound of the uncertainty range of the EF for solid manure instead of the average EF; therefore a contradictory conclusion is noted by the ERT. The ERT recommends that Germany improve the transparency of its basis for emissions estimation, including calculations and justification (argumentations) in line with the IPCC good practice guidance.	Germany uses again the EF of the IPCC 1996 GL and hence is in line with IPCC GPG since the submission 2011.	Chapter 19.4
4.D.	ARR 2010 § 111	The NIR outlines justification on the use of the default factor from national research made in northern Germany (Weymann et al. 2008). The ERT found that Weymann et al. (2008) only considers N ₂ O emissions from groundwater and not the two latter components (rivers and estuaries). ... During the review week, Germany provided further documentation to justify the use of the factor from the 2006 IPCC Guidelines. However, this documentation provides information from rivers and riparian areas in Scotland, France, Belgium and the Netherlands. The ERT acknowledges the efforts made by Germany in this regard, but recommends that Germany develop a country-specific N ₂ O EF for groundwater based on national circumstances. With respect to the rivers element of the default value, the ERT noted that, given the limited time available during the review week for it to review the scientific studies provided by the Party, it was not able to give a qualified judgement on the applicability of the documentation provided, which the Party had stated as being based on German conditions. Hence the ERT recommends that Germany either: develop and transparently justify the use of a country-specific EF; or use the recommended value from the IPCC good practice guidance.	Germany submitted revised estimates for indirect emissions from leaching where the default EF of 0.025 is used, which is in accordance with IPCC good practice guidance.	Chapter 19.4
5	Initial Review 2007, §§ 16, 88	ERT recommends that good coordination and cooperation by organizations be maintained where it exists and enhanced where needed.	The German Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection has established a concept for the preparation of GHG emissions- and carbon inventory of the source and sink groups 4 and 5 by the Johann Heinrich von Thünen Institute (vTI). The National Coordination Agency and the vTI have established regular co-ordination meetings to enhance the incorporation of the Agricultural- and LULUCF experts into the National System.	Chapter 13
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 its 2011 annual submission, and to provide information from its action plan in the national inventory report (NIR)	Germany has implemented all improvements planned until 2012 out of the action plan	Chapter 7

CRF	ARR Reference	Recommendation / Aspect	Improvement	NIR-Chapter
5	ARR 2010 §§ 16f, 46e	Improve the reporting of land area to ensure a consistent land-use matrix in the LULUCF sector and reporting under KP-LULUCF	A consistent land-use matrix has been established with the entire rework of the reporting scheme for LULUCF.	Chapter 7.1
5	ARR 2010 §§ 16g, 24, 46f	Improve the quality of reporting of emissions/removals under KP-LULUCF	A consistent land-use matrix has been established with the entire rework of the reporting scheme for LULUCF and KP-LULUCF	Chapter 7.1
5	ARR 2010 § 24b	The revision of AD does not cover the whole time series and the identification of land areas does not result in consistent reporting	A consistent land-use matrix has been established with the entire rework of the reporting scheme for LULUCF and KP-LULUCF	Chapter 7.1
5	ARR 2010 § 24c, 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.	The Heinrich von Thünen Institute has established an internal quality management, applying the quality management system of the UBA. Hence Germany has improved the QA/QC procedures.	
5	ARR 2010 § 25	Additional information provided on QA/QC mainly addresses organisation issues related to quality management, rather than the actual procedures. The ERT strongly recommends that Germany make additional efforts to ensure complete and consistent reporting in its annual submissions. Continued inconsistencies and incompleteness in the reporting of land use and land-use change under the Kyoto Protocol could indicate a problem with the national system. The ERT also recommends that Germany enhance its QA/QC procedures for these emission /removal estimates in accordance with section 5.5 of the IPCC good practice guidance for LULUCF.	The Heinrich von Thünen Institute has established an internal quality management, applying the quality management system of the UBA. Hence Germany has improved the QA/QC procedures.	
5	ARR 2010 § 123	The ERT noted a lack of QA/QC of the inventory preparation. The ERT recommends that the cooperation between these institutions should be strengthened, including a need to clarify the responsibility of the single national entity, UBA, for the LULUCF sector. The ERT recommends that Germany improve the current arrangements among agencies and organizations involved in the collection of the land use data to ensure the consistency and the timeliness of the data.	The German Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection has established a concept for the preparation of GHG emissions- and carbon inventory of the source and sink groups 4 and 5 by the Johann Heinrich von Thünen Institute (vTI). The National Coordination Agency and the vTI have established regular co-ordination meetings to enhance the incorporation of the Agricultural- and LULUCF experts into the National System.	
5	ARR 2010 § 124	Germany is using two different methodologies to establish a complete LUM. One based on ATKIS for the old German Länder and satellite monitoring for the new German Länder. ... the pattern in land-use change differs significantly between the old and the new Länder. ... Germany has not provided the ERT with examples of how the land has been identified and the ERT is therefore not in a position to verify that the proposed land-use changes are genuine or a function of the interpretation of the land use classification. It is the opinion of the ERT that the identified problems can be attributed to methodological inconsistencies related to the classification of the satellite monitoring data and the use of the detailed ATKIS vector data. Without consistent land representation, double counting or omission of an area might occur, leading to incorrect estimates of a source or a sink. ... The ERT considers that, in its next possible annual submission, Germany has the capacity to make a proper land-use classification and recommends that Germany submit detailed information on how the two different methodologies are used consistently and in accordance with the chosen forest	A consistent land-use matrix has been established with the entire rework of the reporting scheme for LULUCF and KP-LULUCF	Chapter 7.1

CRF	ARR Reference	Recommendation / Aspect	Improvement	NIR-Chapter
		definition, as well as for other land use categories and subcategories for the whole of Germany in scale and time.		
5	ARR 2010 § 125	The default transition time of 20 years may not be appropriate for German conditions, but as it is not possible for the soils to reach the new equilibrium within one year. The ERT recommends that Germany change its methodology to either the default linear methodology, in line with the IPCC good practice guidance for LULUCF, or develop a country-specific model taking into account national conditions which can be scientifically verified.	A default transition time of 20 years has been applied for the entire LULUCF sector	Chapter 7
5	ARR 2010 § 127	In the CRF tables, the level of loss from conversion of forest to the five other land categories are the same. ... During the in-country review, Germany was not able to provide a clarification of this uniform value. Given the size of Germany, and that the other land use classes are estimated at district level, the ERT recommends that Germany revisit the approach used in defining carbon stock of forest land subject to deforestation.	A consistent land-use matrix and time-series have been established with the entire rework of the reporting scheme for LULUCF and KP-LULUCF	Chapter 7
5	ARR 2010 § 128	In the CRF tables, the ERT found that the loss or gain of carbon in the living biomass that occurred in 2000 is considerably different from the corresponding 2001 values. During the review week, Germany explained that this significant change is partly due to the different level of land classification used before and after 2000. ... Different levels of land-use aggregation may affect the uncertainty level. In order to improve the transparency, the ERT recommends that, in its next possible annual submission, Germany report the approach for classification of the land-use categories in CORINE and in ATKIS, and how these are connected and how this is managed in the uncertainty assessment.	A consistent land-use matrix has been established with the entire rework of the reporting scheme for LULUCF and KP-LULUCF	Chapter 7
5	ARR 2010 § 129	To improve transparency, comparability and consistency, the ERT recommends that the Party provide a description or definition of the land-use categories, and begin the process of harmonizing the land-use classifications between the two systems and their consistency with the IPCC good practice guidance for LULUCF. The ERT encourages Germany to develop CRF tables with subdivisions for each land-use category.	A consistent land-use matrix has been established with the entire rework of the reporting scheme for LULUCF and KP-LULUCF. Subdivisions for grassland and wetland have been developed.	Chapter 7.4 / 7.5
5.A	ARR 2010 § 121	The trends and reasons for the mentioned significant change were not transparently described in the NIR, but presented to the ERT during the review. The ERT recommends that this information is included in the next annual submission.	Trends and reasons for the significant change of the removals of emissions under 5.A. have been described in a transparent manner.	Chapter 7.2.4
5.A.	ARR 2010 § 131	The rate of carbon removal from forest land remaining forest land showed a significant reduction between 2001 and 2002. ... These results are used directly in the inventory without any explanation for this large change in the sink in the German forests. One major factor causing such significant change may be a rapid increase in harvesting rate. For transparency, the ERT recommends that the Party provide supporting information in the next annual submission on harvesting rates and other important management issues.	Supporting information on harvesting rates and other important management issues has been provided.	Chapter 7.2.4
5.A	ARR 2010 § 132, 160	The ERT found that the area reported in the NIR for the new German Länder increased consistently from year to year and then a sudden drop in 2008 is observed. The Party explained that this is primarily due to the difficulties in harmonizing the data from different sources and it will be corrected in the next annual submission. The ERT recommends that Germany use a stringent methodology according to the IPCC good practice guidance for LULUCF when reporting the land-use changes.	A consistent land-use matrix and time-series have been established with the entire rework of the reporting scheme for LULUCF and KP-LULUCF	Chapter 7.1
5.A.	ARR 2010 § 134	ERT found that the gain of carbon stock in the living biomass in the conversion of crop land, grassland, wetlands, settlements and other land to forest land were all the same (1.44 Mg C/ha). Including carbon losses into the gain should lead to a different rate of gain because the amount of carbon losses in the conversion of these lands was not the same. Furthermore, it is	A consistent land-use matrix and time-series have been established with the entire rework of the reporting scheme for LULUCF and KP-LULUCF. The notation key "IE" is not used for gains in living biomass in	Chapter 7.2

CRF	ARR Reference	Recommendation / Aspect	Improvement	NIR-Chapter
		apparent that the same methodology is not used for all years. The ERT recommends that Germany check the methodology applied and avoid the use of "IE" in its next annual submission.	land converted to forest land categories.	
5..D	ARR 2010 § 136	The ERT noted that the carbon loss from living biomass in the conversion of cropland and settlements to wetlands in 2000 was considerably higher when compared with the corresponding emissions in 2001. ... During the review week, Germany explained that this may be due to a mistake made during the calculation process and that it intends to revise the calculation in the next annual submission.	A consistent land-use matrix and time-series have been established with the entire rework of the reporting scheme for LULUCF and KP-LULUCF	Chapter 7.1
5.D.	ARR 2010 § 137	Germany only reports one subdivision in the wetlands category. ... To improve the transparency the ERT encourages Germany to report subdivisions of the wetlands category as land with peat extraction, fully water covered wetlands and partly water covered wetlands.	Two subdivisions are reported for wetlands.	Chapter 7.5
5.F	ARR 2010 § 126	The ERT, therefore, recommends that Germany make a detailed investigation to find out whether these areas have been misclassified and/or whether the changes in carbon stock in living biomass have been estimated incorrectly.	Together with a new approach of reporting in the LULUCF sector the correct classification of areas is ensured.	Chapter 7
6	ARR 2010 § 41a	The ERT also noted areas in which transparency can be improved: The choice of methodology and emission factors (EFs) is not sufficiently described in all cases (e.g. in the energy and waste sectors)	Germany has improved the description of the methodological choice and the EF.	Chapter 3.2 / 8.4
6	ARR 2010 § 143	Category-specific QA/QC procedures have been implemented. Nevertheless, there are some typing mistakes and discrepancies between the data in the CRF tables and the NIR. The ERT recommends Germany to apply QA/QC procedures more strictly.	Germany has improved the QA / QC procedures.	Various
6.A.	ARR 2010 § 144	Germany uses different CH ₄ generation rate constants (k) and degradable organic carbon (DOC) values for different waste types. The ERT noted that there is no comprehensive explanation of these parameters in the NIR. The fraction of DOC dissimilated is country-specific. Other parameters are defaults from the IPCC good practice guidance. The ERT noted that some additional information, such as the waste generation rate, is not presented in the NIR and CRF tables. The ERT recommends that Germany improve the transparency of reporting by providing more detailed information about the CH ₄ generation rate constant, DOC, and waste generation rate in the NIR and CRF tables in the next annual submission.	Germany has improved the transparency of description for data sources.	Chapter 8.2
6.A.	ARR 2010 § 145	The ERT found that the documentation provided by the Party to substantiate its reported recovery was insufficient. The ERT noted that, in accordance with the IPCC good practice guidance, the default CH ₄ recovery is zero. This default should only be changed when references documenting the amount of CH ₄ recovery are available. The use of undocumented estimates of landfill gas recovery potential is not appropriate; as such, estimates tend to overestimate the amount of recovery. The ERT reiterated the recommendations from previous reviews and recommended that Germany use monitored data to report recovery and actual emissions aer recovery, and reconstruct the full time series using methodologies in line with the IPCC good practice guidance. Following the ERT recommendation, the Party resubmitted revised estimates for the full time series. As a result, in 2008 47.3 per cent of total CH ₄ generated by waste disposal on land (421.10 Gg) was reported as recovered and deducted from total CH ₄ emissions. The ERT recommends that the Party provide a detailed description of the new calculation approach in its next annual submission.	Germany provides a description of the calculation approach used since the In Country Review in its NIR.	Chapter 8.2
6.A.1	ARR 2009 §99	ERT recommends to improve transparency of reporting of the use of biogas from landfills and emissions in the sectoral parts of the NIR on waste and energy in the next submission	Germany provides a description of the calculation approach used since the In Country Review in its NIR.	Chapter 8.2

CRF	ARR Reference	Recommendation / Aspect	Improvement	NIR-Chapter
6.B.1	ARR 2010 § 148	Germany does not estimate CH ₄ emissions from industrial wastewater and sludge treatment (the notation key "NO" is used in CRF table 6.B), but the ERT finds that the information provided by the Party is not transparently presented in the NIR and CRF tables. ... The ERT reiterates the recommendation from the previous review report that Germany improve its reporting for this category by providing more details on the treatment of industrial wastewater in Germany and justification (including references) for the assumption that no CH ₄ is emitted to the atmosphere from the treatment processes, in accordance with the IPCC good practice guidance, in its next annual submission.	Germany provided a description for the assumption that no CH ₄ is emitted to the atmosphere from the treatment processes in the industrial waste water sector.	Chapter 8.3

Alle Maßnahmen zielen auf volle Konsistenz mit den UNFCCC-Berichtsguidelines und den IPCC-Guidelines ab und sollen jedwede Adjustments unter dem Kyoto-Protokoll verhindern.

Details zu den geplanten Verbesserungen sind im Detail den Quellgruppen-Kapiteln zu entnehmen, die folgende Tabelle fasst die dort gemachten Aussagen noch einmal zusammen.

Tabelle 282: Zusammenfassung und Status der in den NIR-Quellgruppenkapiteln genannten geplanten Verbesserungen

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	STATUS	Kommentar	Quelle	Quellverweis	Bericht-erstattungs-jahr
1.	Energy	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	in Bearbeitung		NIR	Kap. 3.2.1.2.3	2012
1.A	Fuel Combustion Activities	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 des Emissionshandels intensiver verglichen werden.	Intensivierung des Abgleichs von Daten der Emissionsberechnung mit den in der Emissionshandelsstelle (DEHS) ermittelten aggregierten Daten des Emissionshandels.	2011	in Bearbeitung		NIR	Kap. 3.2.1.2.3	2011
1.A.1.a	Public electricity and Heat Production	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	in Bearbeitung		NIR	Kap. 3.2.6.6	2011
1.A.1.a	Public electricity and Heat Production	Die Berechnung der Aktivitätsdaten zur Abfallverbrennung soll weiter methodisch verbessert werden.	Die Berechnung der Aktivitätsdaten zur Abfallverbrennung ist methodisch weiter zu verbessern.	2011	erledigt		NIR	Kap. 3.2.6.6	2011
1.A.1.a	Public electricity and Heat Production	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 und CO ₂ (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2012	in Bearbeitung		NIR	Kap. 3.2.6.6	2012
1.A.1.b	Petroleum Refining	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	in Bearbeitung		NIR	Kap. 3.2.7.6	2011

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	STATUS	Kommentar	Quelle	Quellverweis	Bericht-erstattungs-jahr
1.A.1.b	Petroleum Refining	Nach Abschluss des Ende 2008 gestarteten Forschungsvorhabens (FICHTNER et al. 2011) wurden die Emissionsfaktoren für NOx und SO2 aktualisiert. Die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für CH4 und N2O ist in Arbeit.	Die Ergebnisse des Vorhabens für CH4 und CO2 (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2012	in Bearbeitung		NIR	Kap. 3.2.7.6	2012
1.A.1.c	Manufacture of Solid Fuels and Other energy Industries	Im Zuge eines Forschungsvorhabens, wurde mit der Aktualisierung der im Kapitel 3.2.6.2 beschriebenen Datengrundlage für Emissionsfaktoren (außer CO2) begonnen. Erste Ergebnisse aus dem Vorhaben sollen in den NIR-Bericht einfließen. Teile des Vorhabens betreffen das N2O-Emissionsverhalten von Feuerungs- und Gasturbinenanlagen sowie das CH4-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	in Bearbeitung		NIR	Kap. 3.2.8.6	2011
1.A.1.c	Manufacture of Solid Fuels and Other energy Industries	Nach Abschluss des Ende 2008 gestarteten Forschungsvorhabens (FICHTNER et al. 2011) wurden die Emissionsfaktoren für NOx und SO2 aktualisiert. Die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für CH4 und N2O ist in Arbeit.	Die Ergebnisse des Vorhabens für CH4 und CO2 (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2012	in Bearbeitung		NIR	Kap. 3.2.8.6	2012
1.A.2.f	Manufacturing Industries and Construction: Other	Im Zuge eines Forschungsvorhabens, wurde mit der Aktualisierung der im Kapitel 3.2.6.2 beschriebenen Datengrundlage für Emissionsfaktoren (außer CO2) begonnen. Erste Ergebnisse aus dem Vorhaben sollen in den NIR-Bericht einfließen. Teile des Vorhabens betreffen das N2O-Emissionsverhalten von Feuerungs- und Gasturbinenanlagen sowie das CH4-Emissionsverhalten von Gasturbinenanlagen. Das Forschungsvorhaben umfasst auch die Kraftwerke und anderen Feuerungen des Verarbeitenden Gewerbes - Weitere Energieerzeugung.	Ergebnisse aus dem Vorhaben (siehe Einzelziel und Check Nr. 3557) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2011	in Bearbeitung		NIR	Kap. 3.2.9.11.6	2011
1.A.2.f	Manufacturing Industries and Construction: Other	Nach Abschluss des Ende 2008 gestarteten Forschungsvorhabens (FICHTNER et al. 2011) wurden die Emissionsfaktoren für NOx und SO2 aktualisiert. Die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für CH4 und N2O ist in Arbeit.	Die Ergebnisse des Vorhabens für CH4 und CO2 (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2012	in Bearbeitung		NIR	Kap. 3.2.9.11.6	2012
1.A.3.a	Civil Aviation	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	geschlossen	Wird inzwischen Federführend von der EU betrieben! Somit keine Aufgabe mehr von UBA (MK)	NIR	Kap. 3.2.10.1.6	2011
1.A.3.a	Civil Aviation	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	geschlossen	Wird erst zum Handlungsbedarf wenn Einigung zwischen EU und Eurocontrol erzielt wurde.	NIR	Kap. 3.2.10.1.6	2011

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	STATUS	Kommentar	Quelle	Quellverweis	Bericht-er- stattungs- jahr
1.A.3.c	Railways	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	offen		NIR	Kap. 3.2.10.3.6	2012
1.A.3.d	Navigation	Derzeit erfolgt eine grundlegende Überarbeitung des Treibhausgasinventars 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	überfällig		NIR	Kap. 3.2.10.4.6	2011
1.A.3.d	Navigation	Derzeit erfolgt eine grundlegende Überarbeitung des Treibhausgasinventars 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	überfällig		NIR	Kap. 3.2.10.4.6	2012
1.A.3.d	Navigation	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	offen		NIR	Kap. 3.2.10.4.6	2012
1.A.3.e	Other Transportation	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	überfällig		NIR	Kap. 3.2.10.5.6	2011
1.A.3.e	Other Transportation	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	geschlossen	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.	NIR	Kap. 3.2.10.5.6	2011
1.A.3.e	Other Transportation	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 und CO ₂ (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2012	überfällig		NIR	Kap. 3.2.10.5.6	2012

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	STATUS	Kommentar	Quelle	Quellverweis	Bericht-er- stattungs- jahr
1.A.4	Other Sectors	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	überfällig		NIR	Kap. 3.2.11.6	2011
1.A.4	Other Sectors	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.4.ciii widerspiegeln.	Die Erkenntnisse und Ergebnisse aus dem zugehörigen Seeverkehrsvorhaben FKZ 3709 43 111 / 01 sind in das Inventar einzuarbeiten.	2012	überfällig		NIR	Kap. 3.2.11.6	2012
1.B.1.c	Solid Fuels: Abandoned Mining	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	erledigt		NIR	Kap. 3.3.1.3.6	2011
1.B.1.c	Solid Fuels: Abandoned Mining	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	offen		NIR	Kap. 3.3.1.3.6	2012
1.B.2	Oil and Natural 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	überfällig		NIR	Kap. 3.3.2.2	2011
1.B.2	Oil and Natural 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	überfällig		NIR	Kap. 3.3.2.2	2012
1.B.2	Oil and Natural 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	offen		NIR	Kap. 3.3.2.2	2012
1.B.2	Oil and Natural Gas	Geplant ist zudem, die Emissionsfaktoren aus der Gasverteilung zu verifizieren.	Emissionsfaktoren aus der Gasverteilung sind zu verifizieren.	2012	offen		NIR	Kap. 3.3.2.2	2012

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	STATUS	Kommentar	Quelle	Quellverweis	Bericht-er- stattungs- jahr
1.B.2.a.v	Distribution of oil products	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	offen		NIR	Kap. 3.3.2.3.5.6	2012
1.B.2.d	Oil and Natural Gas: Distribution/Prod uction	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	überfällig		NIR	Kap. 3.3.2.5.6	2011
1.B.2.d	Oil and Natural Gas: Distribution/Prod uction	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	überfällig		NIR	Kap. 3.3.2.5.6	2012
1.B.2.d	Oil and Natural Gas: Distribution/Prod uction	Bei der geothermischen Strom- und Wärmeenergieerzeugung in Niedertemperatur-Wärmekraftwerken 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	offen		NIR	Kap. 3.3.2.5.6	2012
1.C.1.B	Marine Bunkers	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	überfällig		NIR	Kap.3.2.2.3.6	2011
1.C.1.b	Marine Bunkers	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	überfällig		NIR	Kap. 3.2.2.3.6	2012

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	STATUS	Kommentar	Quelle	Quellverweis	Bericht-er- stattungs- jahr
2.A.2	Lime Production	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	erledigt		NIR	Kap. 4.2.2.6	2011
2.A.4	Soda Ash Production and Use	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	überfällig		NIR	Kap. 4.2.4.6	2011
2.A.4	Soda Ash Production and Use	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	überfällig		NIR	Kap. 4.2.4.6	2012
2.A.5	Asphalt Roofing	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	überfällig		NIR	Kap. 4.2.5.6	2011
2.A.5	Asphalt Roofing	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	überfällig		NIR	Kap. 4.2.5.6	2012
2.A.6	Road Paving with Asphalt	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	überfällig		NIR	Kap. 4.2.6.6	2011
2.A.6	Road Paving with Asphalt	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	überfällig		NIR	Kap. 4.2.6.6	2012
2.A.7 (a)	Mineral Products: Other - Glass Production	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	überfällig		NIR	Kap. 4.2.7.6	2011
2.A.7.a	Mineral Glas Products: Other - Glass Production	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	überfällig		NIR	Kap. 4.2.7.6	2012
2.C.1	Iron and Steel Production	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	überfällig		NIR	Kap. 4.4.1.6	2011
2.C.1	Iron and Steel Production	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	überfällig		NIR	Kap. 4.4.1.6	2012

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	STATUS	Kommentar	Quelle	Quellverweis	Bericht-erstattungs-jahr
2.C.3	Aluminium Production	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	erledigt		NIR	Kap. 4.4.3.6	2011
2.C.4	SF6 Used in Aluminium and Magnesium Foundries	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	erledigt		NIR	Kap. 4.4.4.6	2011
2.D.1	Pulp and Paper	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).	2011	überfällig		NIR	Kap. 4.5.1.6	2011
2.D.1	Pulp and Paper	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	überfällig		NIR	Kap. 4.5.1.6	2012
2.F.1	Refrigeration and Air Conditioning equipment	Die Aktualität der verwendeten Kältemittelmodelle soll überprüft werden.	Die Aktualität der verwendeten Kältemittelmodelle ist zu überprüfen.	2012	offen		NIR	Kap. 4.7.1.5	2012
4.A	Enteric 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	offen		NIR	Kap. 6.2.6	2011
4.A	Enteric 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 CH4-Emissionen aus der Verdauung dient. Siehe hierzu auch LfdNr. 3587	Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung (siehe Einzelziel). Die Validität der Modellrechnung muss transparent gemacht werden.	2012	offen		NIR	Kap. 6.2.6	2012

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	STATUS	Kommentar	Quelle	Quellverweis	Bericht-erstattungs-jahr
4.A	Enteric 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	offen		NIR	Kap. 6.2.6	2012
4.A	Enteric 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	offen		NIR	Kap. 6.2.6	2012
4.A (b)	Enteric Fermentation - Cattle, Swine, Sheep, Horses	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). Die Validität der Modellrechnung muss transparent gemacht werden.	2011	offen		NIR	Kap. 6.2.6	2011
4.B	Manure Management	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	erledigt		NIR	Kap. 6.3.2.6	2011
4.B	Manure Management	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	offen		NIR	Kap. 6.3.2.6	2011
4.B	Manure Management	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	offen		NIR	Kap. 6.3.2.6	2011
4.B	Manure Management	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	offen		NIR	Kap. 6.3.4.6	2011

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	STATUS	Kommentar	Quelle	Quellverweis	Bericht-er- stattungs- jahr
4.B	Manure Management	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. Siehe hierzu auch LfdNr. 3586	Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung (siehe Einzelziel).	2012	offen		NIR	Kap. 6.3.2.6	2012
4.B	Manure Management	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	offen		NIR	Kap. 6.3.2.6	2012
4.B	Manure Management	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	offen		NIR	Kap. 6.3.2.6	2012
4.B	Manure Management	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	offen		NIR	Kap. 6.3.2.6	2012
4.B	Manure Management	Die von Deutschland derzeit verwendeten nationalen N ₂ O-Emissionsfaktoren sollen in der neu geschaffenen KTBL-Arbeitsgemeinschaft Klimaschutz (Arbeitsgruppe Wirtschaftsdünger-management) überprüft werden.	Die nationalen N ₂ O-Emissionsfaktoren sind zu überprüfen (siehe Einzelziel). In Abhängigkeit vom Ergebnis ist das Inventar ggf. zu überarbeiten.	2012	offen		NIR	Kap. 6.3.4.6	2012

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	STATUS	Kommentar	Quelle	Quellverweis	Bericht-er- stattungs- jahr
4.B	Manure Management	Von der in Kapitel 6.3.2.6 (LfdNr. 3586 + 3587) erwähnten Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung und der Erhebung zur N-reduzierten Fütterung bei Schweinen ist zu erwarten, dass auch die Ergebnisse der N2O- und NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management beeinflusst werden.	Sollte die Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung Einfluss auf die N2O-/NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management haben, so ist dies in das Inventar einzuarbeiten .	2012	offen		NIR	Kap. 6.3.4.6	2012
4.D	Agricultural Soils	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	erledigt		NIR	Kap. 6.5.6	2011
4.D	Agricultural Soils	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	erledigt		NIR	Kap. 6.5.6	2011
4.D	Agricultural Soils	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 N2O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden relevanten NH3-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	offen		NIR	Kap. 6.5.6	2011
4.D	Agricultural Soils	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	offen		NIR	Kap. 6.5.6	2011
4.D	Agricultural Soils	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	offen		NIR	Kap. 6.5.6	2012

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	STATUS	Kommentar	Quelle	Quellverweis	Bericht-erstattungs-jahr
4.D	Agricultural Soils	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	offen		NIR	Kap. 6.5.6	2012
4; 5	Agriculture; 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	überfällig		NIR	Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6	2011
5.	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	offen		NIR	Kap. 7.2.8.1	2012
5.A	Forest Land	<i>Landnutzungsänderungen</i> 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	geschlossen	Nicht mehr notwendig. Grund siehe NIR Kap. 7.1.3.2.1	NIR	Kap. 7.2.8.1	2011
5.A	Forest Land	<i>Landnutzungsänderungen</i> 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	offen		NIR	Kap. 7.2.8.1	2011

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	STATUS	Kommentar	Quelle	Quellverweis	Bericht-er- stattungs- jahr
5.A	Forest Land	<i>Streu und mineralische Böden</i> 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	offen		NIR	Kap. 7.2.8.2	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	offen		NIR	Kap. 7.2.8.2	2011
5.A	Forest Land	<i>Streu und mineralische Böden</i> 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 Untersuchungen 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	offen		NIR	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	offen		NIR	Kap. 7.2.8.1	2012

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	STATUS	Kommentar	Quelle	Quellverweis	Bericht-er- stattungs- jahr
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	offen		NIR	Kap. 7.2.8.2	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	offen		NIR	Kap. 7.2.8.2	2012

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	STATUS	Kommentar	Quelle	Quellverweis	Bericht-erstattungs-jahr
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 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.	Einarbeitung der Ergebnisse der Großinventuren (BZE II Wald, BZE LaWi-Acker-Grünl.) in das Inventar und umstellen der Berichterstattung für Mineralboden auf 1 m Bodentiefe.	2012	offen		NIR	Kap. 19.5.2.2.6	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	erledigt		NIR	Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6; ActPI	2011
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	offen		NIR	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	offen		NIR	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	offen		NIR	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	offen		NIR	Kap. 7.3.8	2012
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	erledigt		NIR	Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6; ActPI	2011

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	STATUS	Kommentar	Quelle	Quellverweis	Bericht-erstattungs-jahr
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	erledigt		NIR	Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6; ActPI	2011
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	offen		NIR	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: • 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	erledigt		NIR	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 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	erledigt		NIR	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	erledigt		NIR	Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6	2011
5.D	Wetland	Für die Kategorie Wetlands wird angestrebt landesspezifische Emissionsfaktoren für die THG CO ₂ , N ₂ O und CH ₄ aus dem Torfabbau zu ermitteln. Diesbezüglich werden im Rahmen des Projektes „Organic Soils“ Messungen vorgenommen, die alle Phasen dieser Wirtschaftsmethode 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.	Die Ergebnisse aus dem Vorhaben (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	2011	offen		NIR	Kap. 7.5.8	2011

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	STATUS	Kommentar	Quelle	Quellverweis	Bericht-er- stattungs- jahr
5.E	Settlements	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	geschlossen	Geplante Verbesserung wurde mit NIR 2012 in zwei Teile aufgeteilt.	NIR	Kap. 7.6.8	2011
5.E	Settlements	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	offen		NIR	Kap. 7.6.8	2012
6.A.1	Controlled landfilling of waste	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	offen		NIR	Kap. 8.2.1.6	2011
6.A.1	Controlled landfilling of waste	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	offen		NIR	Kap. 8.2.1.6	2011

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	STATUS	Kommentar	Quelle	Quellverweis	Bericht-er- stattungs- jahr
6.A.1	Controlled landfilling of waste	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 Vergabe des Gutachtens erfolgte im Oktober 2011 im Rahmen einer öffentlichen Ausschreibung.	Das Inventar ist auf Basis der Ergebnisse des Gutachtens zu verbessern. Die Ergebnisse des Gutachtens sind zu dokumentieren.	2012	offen		NIR	Kap. 8.2.1.6	2012
6.A.1	Controlled landfilling of waste	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	offen		NIR	Kap. 8.2.1.6	2012
6.D.1	Composting	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	offen		NIR	Kap. 8.5.1.6	2011
6.D.1	Composting	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	offen		NIR	Kap. 8.5.1.6	2012

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Einzelziel	Handlungsbedarf	IP [Jahr]	STATUS	Kommentar	Quelle	Quellverweis	Bericht-er- stattungs- jahr
6.D.2	MBT	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	offen		NIR	Kap. 8.5.2.6	2011
6.D.2	MBT	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	offen		NIR	Kap. 8.5.2.6	2012

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 Wald-Definition 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 283: 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 vTI 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)⁹².“ 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 waren⁹³. 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:

⁹² 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).

⁹³ IPCC LULUCF GPG (2003), Section 4.2.5.1.

Tabelle 284: 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 zu Wald 5.A.2.2.2 Gehölze zu Wald
	5.A.2.3. Feuchtgebiete zu Wald	5.A.2.3.1 Feuchtgebiete zu Wald 5.A.2.3.2 Wasserflächen 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“⁹⁴ 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 werden⁹⁵. 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 285: 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 5.C.2.1.2 Wald zu Gehölze
	5.D.2.1. Wald zu Feuchtgebiete	5.D.2.1.1 Wald zu Feuchtgebiete 5.D.2.1.2 Wald zu Wasserflächen
	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 Accords⁹⁶ angesehen und unter *forest management* nach Art. 3.4 KP berichtet. Eine ausführliche Begründung findet sich in Kapitel 11.5.1.

⁹⁴ 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.

⁹⁵ Vgl. IPPC LULUCF GPG (2003), Section 4.2.6.1.

⁹⁶ Paragraph 1 lit. f des Annex A der Decision 16/CMP.1

Tabelle 286: 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)⁹⁷ 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 287 sind die Landnutzungsänderungen zu Waldflächen (Aufforstung), von Waldflächen (Entwaldung) und die bewirtschafteten Flächen (Forest Management) für den Zeitraum 1990 bis 2010 zusammengefasst. Dabei bleiben Umwandlungsflächen bis zum Ende der Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls 2012 in der Umwandlungsklasse, weshalb die jährlichen Flächen akkumuliert werden.

⁹⁷ IPCC LULUCF GPG (2003), Section 4.1.2

Tabelle 287: Flächen der Kategorien Aufforstung, Entwaldung und Waldbewirtschaftung von 1990 bis 2010

Jahr	Afforestation/ Reforestation (KP 3.3) [kha]	Deforestation (KP 3.3) [kha]	Forest Management (KP 3.4) [kha]
1990	28,086	15,142	10.738,559
1991	56,173	30,284	10.723,418
1992	84,259	45,426	10.708,276
1993	112,346	60,568	10.693,134
1994	140,432	75,710	10.677,992
1995	168,519	90,852	10.662,850
1996	196,605	105,994	10.647,708
1997	224,692	121,136	10.632,566
1998	252,778	136,278	10.617,424
1999	280,865	151,420	10.602,282
2000	308,951	166,562	10.587,140
2001	318,630	170,166	10.583,536
2002	328,309	173,769	10.579,932
2003	337,988	177,373	10.576,328
2004	347,667	180,977	10.572,724
2005	357,346	184,581	10.569,121
2006	363,117	187,963	10.565,738
2007	368,889	191,345	10.562,356
2008	374,660	194,728	10.558,974
2009	375,802	195,767	10.557,935
2010	376,944	196,806	10.556,895

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

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 2010 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 2010 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.

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.

Neben dem Verlust der Biomasse bei Entwaldungen kommen noch Verluste bei Totholz, Streu, mineralischen und organischen Böden hinzu. Bei 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 288.

Tabelle 288: 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
Biomasse	-54,548	-8,441	-8,491
Totholz	-10,977	-3,470	-3,567
Streu	-62,986	-19,306	-19,260
Mineralische Böden	53,756	54,095	50,255
Organische Böden	-51,150	-51,219	-51,259
Summe	-125,906	-28,341	-32,322

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. Ab 2002 konnte eine Einzelbaumberechnung zwischen BWI 2 und IS08 für Gesamtdeutschland durchgeführt werden. Die Kohlenstoffvorräte wurden für jede LULUCF-Klasse berechnet und am Ende in einer Entwaldungsklasse zusammengefasst. 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 I) $19,4 \text{ Mg ha}^{-1}$ und zum Zeitpunkt 2006 (BZE II / BioSoil) $18,7 \text{ Mg ha}^{-1}$. Für die Jahre von 1991 bis 2005 wurden 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 finden sich in den folgenden Kapiteln:

- Verbleibende Waldfläche siehe Kapitel 7.2.4.4.1
- Neuwaldflächen siehe Kapitel 7.2.4.4.2

Entwaldungsflächen:

Für Entwaldungsflächen wurden die Kohlenstoffänderungen in den mineralischen Böden entsprechend Tabelle 289 und Kapitel 19.5.2 berechnet. Der flächengewichtete Emissionsfaktor für die Entwaldung des Jahres 2010 beträgt $0,271 \text{ MgC ha}^{-1}$.

Tabelle 289: Emissionsfaktoren für mineralische Böden der Entwaldungskategorien (negativ = Verlust, positiv = Speicherung)

Landnutzungsänderung	Emissionsfaktor [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]
Forest Land converted to Cropland	-0,100
Forest Land converted to Grassland	0,770
Forest Land converted to Woody gl.	0,558
Forest Land converted to Wetlands	0,598
Forest Land converted to Water	0,000
Forest Land converted to Settlements	-0,168
Forest Land converted to Other land	NO

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 290 und Kapitel 7.1.6 berechnet. Der flächengewichtete Emissionsfaktor für die Entwaldung des Jahres 2010 beträgt -4,643 MgC 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 MgC ha⁻¹ a⁻¹.

Tabelle 290: 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

Für die Treibhausgasinventare wurde für die mineralischen Böden der verbleibenden Waldfläche aus den derzeit vorliegenden Ergebnissen gezeigt, dass der Pool keine Quelle ist. Eine ausführliche Darstellung findet sich in Kapitel 7.2.4.4. Da die Datengrundlage noch unvollständig ist, wird auf die Veröffentlichung der Daten in den CRF-Tabellen verzichtet, in denen NO (not occurring) eingetragen wurde.

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. Einzelheiten zu den verwendeten neuen Datenquellen und den damit verbundenen Neukalkulationen für verbleibenden Wald finden sich im Kapitel 7.2.7.1.

Für den gesamten LULUCF-Sektor wurde durch Empfehlungen des In-Country-Review 2010 (UNFCCC, 2011) eine Neuberechnung der Landflächenmatrix notwendig. In Tabelle 291 ist die aktuelle Landnutzungsmatrix der Kyoto-Berichterstattung der vorjährigen gegenübergestellt.

Tabelle 291: Vergleich der 2012 und 2011 berichteten Landflächenmatrix für die Kyoto-Berichterstattung [kha]

[kha]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aufforstung 2012	28,086	56,173	84,259	112,346	140,432	168,519	196,605	224,692	252,778	280,865
Aufforstung 2011	17,851	35,701	53,552	71,402	89,253	107,104	124,954	142,805	160,655	178,506
Entwaldung 2012	15,142	30,284	45,426	60,568	75,710	90,852	105,994	121,136	136,278	151,420
Entwaldung 2011	6,977	13,954	20,930	27,907	34,884	41,861	48,837	55,814	62,791	69,768
Waldbewirtschaftung 2012	10.738,559	10.723,418	10.708,276	10.693,134	10.677,992	10.662,850	10.647,708	10.632,566	10.617,424	10.602,282
Waldbewirtschaftung 2011	10.998,900	10.991,924	10.984,947	10.977,970	10.970,993	10.964,017	10.957,040	10.950,063	10.943,086	10.936,109
[kha]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aufforstung 2012	308,951	318,630	328,309	337,988	347,667	357,346	363,117	368,889	374,660	375,802
Aufforstung 2011	196,357	214,207	232,058	249,908	267,759	285,609	303,460	321,311	339,161	357,012
Entwaldung 2012	166,562	170,166	173,769	177,373	180,977	184,581	187,963	191,345	194,728	195,767
Entwaldung 2011	76,744	83,721	90,698	97,675	104,652	111,628	118,605	125,582	132,559	139,535
Waldbewirtschaftung 2012	10.587,140	10.583,536	10.579,932	10.576,328	10.572,724	10.569,121	10.565,738	10.562,356	10.558,974	10.557,935
Waldbewirtschaftung 2011	10.929,133	10.922,156	10.915,179	10.908,202	10.901,226	10.894,249	10.887,272	10.880,295	10.873,318	10.866,342

Für Neuwaldflächen sind die Gründe für Rückrechnungen im Kapitel 7.2.7.2 dargestellt und der Vergleich der aktuellen Werte mit der Submission 2010 in Tabelle 292 zusammengefasst.

Tabelle 292: Vergleich der 2012 und 2011 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
Gesamt 2012	1.138,875	703,647	245,579	-172,592	-628,677	-1.064,519	-1.498,753	-1.936,227	-2.381,358	-2.815,633
Gesamt 2011	934,199	628,829	323,458	18,088	-287,282	-592,652	-898,022	-1.203,392	-1.508,763	-1.814,133
Mineralböden 2012	29,369	58,738	88,107	117,475	146,844	176,213	205,582	234,951	264,320	293,689
Mineralböden 2011	-4,034	-8,069	-12,103	-16,137	-20,171	-24,206	-28,240	-32,274	-36,308	-40,343
Organische Böden 2012	4,351	8,703	13,054	17,405	21,756	26,108	30,459	34,810	39,162	43,513
Organische Böden 2011	2,902	5,803	8,705	11,607	14,509	17,410	20,312	23,214	26,116	29,017
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
Oberirdische Biomasse 2011	398,227	194,966	-8,296	-211,557	-414,819	-618,080	-821,342	-1.024,603	-1.227,865	-1.431,126
Unterirdische Biomasse 2012	297,170	190,376	79,380	-23,030	-132,747	-239,143	-345,482	-451,845	-559,901	-666,126
Unterirdische Biomasse 2011	569,830	501,580	433,330	365,080	296,830	228,580	160,330	92,080	23,830	-44,420
Streu 2012	-49,973	-99,720	-149,243	-198,540	-247,612	-296,458	-345,079	-393,475	-441,646	-489,591
Streu 2011	-32,726	-65,452	-98,178	-130,904	-163,630	-196,357	-229,083	-261,809	-294,535	-327,261
[Gg CO ₂ a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2012	-3.261,354	-4.720,597	-4.885,027	-5.051,886	-5.181,820	-5.344,629	-5.390,040	-5.479,618	-5.567,851	-5.897,210
Gesamt 2011	-2.119,503	-2.424,873	-2.730,243	-3.035,614	-3.340,984	-3.646,354	-3.976,441	-4.407,083	-4.476,402	-4.779,192
Mineralböden 2012	323,058	329,952	336,391	342,327	347,702	352,451	356,370	360,027	363,377	361,868
Mineralböden 2011	-44,377	-48,411	-52,445	-56,480	-60,514	-64,548	-68,582	-72,617	-76,651	-80,685
Organische Böden 2012	47,864	48,951	50,038	51,124	52,211	53,298	53,848	54,398	54,948	55,057
Organische Böden 2011	31,919	34,821	37,723	40,624	43,526	46,428	49,330	52,231	55,133	58,035
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
Oberirdische Biomasse 2011	-1.634,388	-1.837,650	-2.040,911	-2.244,173	-2.447,434	-2.650,696	-2.866,567	-3.117,212	-3.223,052	-3.428,566
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
Unterirdische Biomasse 2011	-112,670	-180,920	-249,170	-317,420	-385,671	-453,921	-534,277	-680,415	-610,036	-673,454
Streu 2012	-537,311	-552,866	-568,344	-583,744	-599,066	-614,311	-622,776	-631,195	-639,568	-640,011
Streu 2011	-359,987	-392,713	-425,439	-458,165	-490,891	-523,617	-556,343	-589,070	-621,796	-654,522

Für Entwaldungsflächen wurden folgende methodischen Änderungen vorgenommen:

- Für die mineralischen Böden wurden durch die Verwendung einer neuen Methode veränderte Emissionsfaktoren hergeleitet. Weiterführende Informationen sind im Kapitel 7.1.5 zu finden.
- Bei der Biomasse wurde durch die Methodenumstellung andere Emissionsfaktoren für die Nachnutzung verwendet (siehe Kapitel 7.1.7).
- Bei der Streu erfolgte eine Anpassung der Emissionsfaktoren durch eine erweiterte Datengrundlage aus den Erhebungen BZE II und BioSoil (siehe Kapitel 7.2.4.3).
- Neben den oben genannten Anpassungen bei den Emissionsfaktoren sind auch alle Änderungen der Emissionen auf veränderte Aktivitätsdaten zurückzuführen (siehe Kapitel 7.1.3).

In Tabelle 293 sind die aktuellen Werte den Vorjahreswerten gegenübergestellt.

Tabelle 293: Vergleich der 2012 und 2011 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
Gesamt 2012	2.101,719	2.100,661	2.110,859	2.101,697	2.111,147	2.110,828	2.109,835	2.110,533	2.115,077	2.114,433
Gesamt 2011	1.168,800	1.165,922	1.163,044	1.160,166	1.157,288	1.154,410	1.151,532	1.148,654	1.145,776	1.142,898
Mineralböden 2012	-14,943	-29,885	-44,828	-59,771	-74,714	-89,656	-104,599	-119,542	-134,484	-149,427
Mineralböden 2011	14,155	14,155	14,155	14,155	14,155	14,155	14,155	14,155	14,155	14,155
Organische Böden 2012	15,013	30,027	45,040	60,054	75,067	90,080	105,094	120,107	135,121	150,134
Organische Böden 2011	4,685	4,685	4,685	4,685	4,685	4,685	4,685	4,685	4,685	4,685
Oberirdische Biomasse 2012	746,460	742,845	748,435	738,854	744,320	741,638	738,309	736,659	738,030	735,106
Oberirdische Biomasse 2011	480,566	480,566	480,566	480,566	480,566	480,566	480,566	480,566	480,566	480,566
Unterirdische Biomasse 2012	191,036	190,747	192,509	190,080	191,218	190,735	190,224	189,725	190,052	189,485
Unterirdische Biomasse 2011	38,607	38,607	38,607	38,607	38,607	38,607	38,607	38,607	38,607	38,607
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
Streu 2011	590,933	585,656	580,380	575,104	569,828	564,552	559,275	553,999	548,723	543,447
Totholz 2012	86,498	91,703	96,908	102,112	107,317	112,522	117,727	122,932	128,137	133,342
Totholz 2011	39,854	42,253	44,651	47,049	49,447	51,845	54,244	56,642	59,040	61,438
[Gg CO ₂ a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2012	2.119,485	588,604	559,917	560,762	558,458	558,787	465,398	463,749	461,656	103,917
Gesamt 2011	1.140,020	1.137,142	1.077,340	1.074,462	1.071,584	1.068,706	1.038,480	1.069,724	1.076,042	1.061,797
Mineralböden 2012	-164,370	-168,162	-171,980	-175,829	-179,713	-183,635	-187,974	-192,455	-197,105	-198,349
Mineralböden 2011	14,155	14,155	14,155	14,155	14,155	14,155	14,155	14,155	14,155	14,155
Organische Böden 2012	165,147	168,262	171,369	174,467	177,556	180,633	183,126	185,442	187,552	187,803
Organische Böden 2011	4,685	4,685	4,685	4,685	4,685	4,685	4,685	4,685	4,685	4,685
Oberirdische Biomasse 2012	736,780	241,143	201,539	202,272	200,527	200,976	145,432	145,346	145,208	20,806
Oberirdische Biomasse 2011	480,566	480,566	402,703	402,703	402,703	402,703	389,852	406,827	407,820	406,313
Unterirdische Biomasse 2012	190,017	63,022	73,990	74,192	73,766	73,831	54,855	54,837	54,803	10,145
Unterirdische Biomasse 2011	38,607	38,607	59,545	59,545	59,545	59,545	45,048	62,195	70,399	60,539
Streu 2012	1.053,364	250,126	249,548	248,970	248,391	247,813	232,036	231,493	230,950	70,789
Streu 2011	538,171	532,895	527,618	522,342	517,066	511,790	506,514	501,237	495,961	490,685
Totholz 2012	138,547	34,213	35,452	36,691	37,930	39,169	37,923	39,086	40,248	12,723
Totholz 2011	63,837	66,235	68,633	71,031	73,429	75,828	78,226	80,624	83,022	85,420

11.3.1.5 Schätzung der Unsicherheiten

Folgende Fehlerrechnungen wurden durchgeführt:

- Unsicherheiten bei der Schätzung von Landnutzungsänderungsflächen siehe Kapitel 7.2.5.1
- Unsicherheiten bei der Schätzung der ober- und unterirdischen Biomasse siehe Kapitel 7.2.5.2.
- Unsicherheiten bei der Schätzung der Streu und der mineralischen Böden siehe Kapitel 7.2.5.3.

Für den gesamten LULUCF-Sektor findet sich in Kapitel 19.5.4 eine Gesamtfehlerrechnung.

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 Biomasse (Tabelle 294) durch Aufforstungen zeigt Deutschland den größten Kohlenstoffspeicher. Ebenfalls hohe Speicherleistungen finden sich in Großbritannien, den Niederlanden, Polen und der Schweiz. Auch bei der unterirdischen Biomasse hat Deutschland den höchsten Wert. Einen annähernd hohen Wert haben die Niederlande. 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 Großbritannien, Polen und den Niederlanden. Bei der unterirdischen Biomasse finden sich die größten Verluste bei Polen, den Niederlanden 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 sind in Großbritannien zu finden. Bei der unterirdischen Biomasse zeigen Polen und Frankreich die höchsten Speicherleistungen.

Bei der Streu (Tabelle 295) liegt Deutschland im Bereich der Aufforstung im mittleren Bereich der C-Speicherung. Den höchsten Wert und damit den größten C-Speicher zeigt Österreich. Bei der Entwaldung hat Deutschland nach Belgien die geringsten Kohlenstoffverluste. Die höchsten Verluste durch Entwaldung sind in den Niederlanden und der Schweiz zu finden.

Beim Totholz (Tabelle 296) zeigt Deutschland gemeinsam mit Dänemark mit die geringsten Kohlenstoffverluste durch Entwaldung. Noch geringere Verluste sind lediglich in Belgien zu finden; die höchsten C-Verluste zeigt mit Abstand die Schweiz. Durch Waldbewirtschaftung ist der Kohlenstoffspeicher in Totholz in der Schweiz und Frankreich am höchsten. Deutschland hat gefolgt von Dänemark die geringsten Speicherleistungen in dieser Kategorie.

In Deutschland sind in den mineralischen Böden (Tabelle 297) durch Aufforstung die größten Kohlenstoffverluste zu finden. Auch Dänemark hat in dieser Kategorie C-Verluste zu verzeichnen. Die größten Kohlenstoffspeicher finden sich in Polen und Österreich. Die durch Entwaldung dargestellten C-Speicher in mineralischen Böden sind in Deutschland am höchsten. Auch Dänemark und die Niederlande zeigen hier Speicherleistungen. Die größten C-Verluste sind hingegen in Polen zu finden.

In den organischen Böden (Tabelle 298) verzeichnet Deutschland in allen drei Kategorien Kohlenstoffverluste. Die mit Abstand höchsten Verluste durch Aufforstung zeigen die Niederlande. Allein in Großbritannien ist dabei ein Kohlenstoffspeicher zu finden. Auch durch Entwaldung finden in den organischen Böden, in allen vergleichbaren Ländern, Kohlenstoffverluste statt. Deutschland liegt hier etwa im mittleren Bereich. Die höchsten C-Verluste zeigen wieder die Niederlande sowie die Schweiz; die geringsten finden sich in Dänemark. Im Bereich der Waldbewirtschaftung hat Deutschland die größten Kohlenstoffverluste; Großbritannien hat im Gegensatz sogar einen C-Speicher zu verzeichnen.

Tabelle 294: Kohlenstoffvorratsänderungen in lebender Biomasse (Deutschland für 2010, übrige Länder für 2009)

Country ⁹⁸	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	-0,74	-0,19	NA	NA
BEL	1,92	0,38	-1,97	-0,39	NA	NA
CHE	2,07	IE	-5,58	IE	0,13	IE
CZE	1,54	0,31	-2,75	-0,55	0,70	0,14
DNK	0,46	0,13	-0,92	-0,19	0,83	0,17
FRA	0,91	0,38	-2,29	-0,50	0,55	0,24
GBR	2,43	IE	-4,07	IE,NO	1,04	IE
GER	3,08	1,04	-0,03	-0,01	0,33	0,10
NLD	2,24	0,97	-3,09	-0,59	NA	NA
POL	2,13	0,60	-3,30	-0,66	0,61	0,25

Quelle: UNFCCC 2011

Tabelle 295: Kohlenstoffvorratsänderungen in Streu (Deutschland für 2010, übrige Länder für 2009)

Country ⁹⁸	Afforestation/ Reforestation [Mg C ha ⁻¹]	Deforestation [Mg C ha ⁻¹]	Forest Management [Mg C ha ⁻¹]
AUT	0,75	-0,75	NA
BEL		0,00	NA
CHE	NO	-1,12	NO
CZE	IE	IE,NA	NE
DNK	0,13	-0,22	0,33
FRA	0,30	-0,20	NO
GBR	0,10	IE,NO	0,36
GER	0,46	-0,10	NO
NLD	NE	-1,61	NA
POL	IE	IE	IE

Quelle: UNFCCC 2011

Tabelle 296: Kohlenstoffvorratsänderungen in Totholz (Deutschland für 2010, übrige Länder für 2009)

Country ⁹⁸	Afforestation/ Reforestation [Mg C ha ⁻¹]	Deforestation [Mg C ha ⁻¹]	Forest Management [Mg C ha ⁻¹]
AUT	NO	IE	NA
BEL	NO	0,00	NA
CHE	NO	-0,31	0,15
CZE	NO	-0,07	NO
DNK	0,35	-0,02	0,01
FRA	0,05	-0,09	0,13
GBR	IE	IE,NO	IE
GER	NO	-0,02	0,09
NLD	NE	-0,07	NA
POL	NA	0,09	IE

Quelle: UNFCCC 2011

⁹⁸ AUT = Österreich, BEL = Belgien, CHE = Schweiz, CZE = Tschechische Republik, DNK = Dänemark, FRA = Frankreich, GBR = Vereinigtes Königreich, GER = Deutschland, NLD = Niederlande, POL = Polen

Tabelle 297: Kohlenstoffvorratsänderungen in mineralischen Böden (Deutschland für 2010, übrige Länder für 2009)

Country ⁹⁸	Afforestation/ Reforestation [Mg C ha ⁻¹]	Deforestation [Mg C ha ⁻¹]	Forest Management [Mg C ha ⁻¹]
AUT	1,35	-1,66	NA
BEL	0,80	-0,10	NA
CHE	0,15	-1,81	NO
CZE	0,16	-0,07	NE
DNK	-0,16	0,14	NA,NR
FRA	0,07	-0,86	NO
GBR	0,12	-1,68	0,56
GER	-0,26	0,27	NR
NLD	0,20	0,03	NA
POL	1,98	-2,71	0,53

Quelle: UNFCCC 2011

Tabelle 298: Kohlenstoffvorratsänderungen in organischen Böden (Deutschland für 2010, übrige Länder für 2009)

Country ⁹⁸	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	NO	-6,00	NO
CZE	NO	NO	0,00
DNK	-0,34	-2,52	-0,34
FRA	NO	NO	NO
GBR	0,37	IE,NO	0,58
GER	-0,68	-4,64	-0,68
NLD	-6,46	-6,52	NA
POL	NO	NA	NO

Quelle: UNFCCC 2011

11.3.1.7 Das Anfangsjahr einer Aktivität, falls nach 2008

In Tabelle 299 finden sich die 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 299: Flächengrößen der Aktivitäten, die nach 2008 begonnen haben

KP 3.3 Activity	Year of the onset	
	2009	2010
Afforestation/Reforestation [ha]	1142,08	1142,08
Deforestation [ha]	1039,14	1039,14

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 wurde⁹⁹. 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 überwacht. Es ist daher davon auszugehen, dass alle neuaufgeforsteten 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

⁹⁹ Vgl. [IPCC LULUCF GPG \(2003\)](#), Section 4.2.5.2.

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.

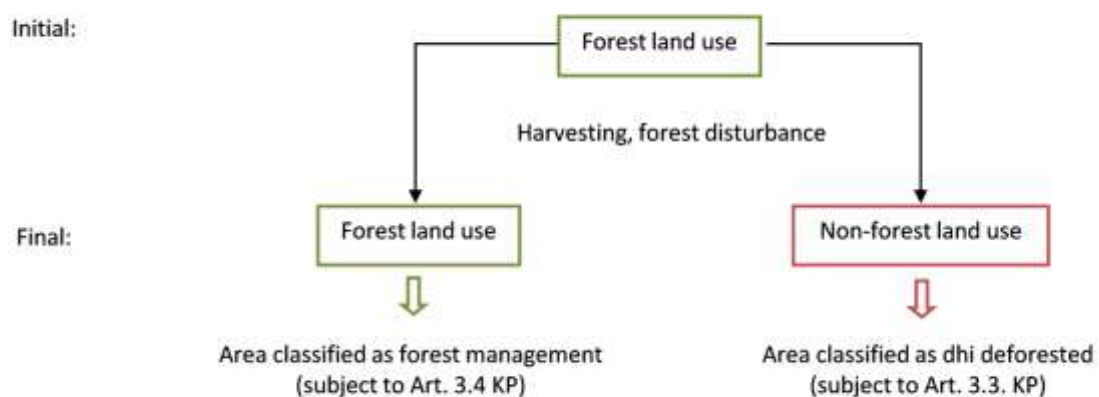


Abbildung 75: Schema zur Unterscheidung zwischen Ernte oder Waldzerstörung, die von Wiederaufforstung gefolgt sind, und Entwaldung

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 Deutschland¹⁰⁰.

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 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 Insektenkalamitäten¹⁰¹). 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 sind¹⁰² (z.B. in Schutzgebietsverordnungen oder Richtlinien, Vgl. z.B. § 23 (2) LWaldG MV). Weiterhin sind etwa 23% der Waldfläche

¹⁰⁰ 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.

¹⁰¹ Außerdem zugelassen sind Maßnahmen zur naturverträglichen Walderschließung für Erholungszwecke und zur naturverträglichen Forschung.

¹⁰² Vgl. z.B. § 22 (1) BNatSchG

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“¹⁰³. 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) aufgestellt¹⁰⁴. 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 S. 2 NWaldLG (Niedersächsisches Wald- und Landschaftsgesetz), § 7 (1) LFoG NRW (Landesforstgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen), § 6 (2) WaldG Sachsen-Anhalt¹⁰⁵). 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 300 zu finden.

¹⁰³ IPCC Good Practice Guidance LULUCF (2003) Kapitel 4.2.7.2, S. 4.62 f.

¹⁰⁴ 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.

¹⁰⁵ Festlegung von Maßnahmen in Betriebsplänen siehe § 5 (6) S. 3 LWaldG Schleswig-Holstein.

Tabelle 300: 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	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 Kulturlächen- 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.

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 MA¹⁰⁶.

¹⁰⁶ Paragraph 1 (f) des Annex A der Decision 16/CMP.1

“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 soll¹⁰⁷, 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 verwendet¹⁰⁸ (siehe Tabelle 301). 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“¹⁰⁹. Der Wald ist danach also im Rahmen seiner Zweckbestimmung nachhaltig zu bewirtschaften. Damit wird auf § 1 BWaldG verwiesen (Gesetzeszweck), der 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.

¹⁰⁷ 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.

¹⁰⁸ 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.

¹⁰⁹ Vgl. § 6 (1) LWaldG Ha; § 11 (1) LWaldG SL; § 17 SächsWaldG; § 4 (1) WaldG LSA; § 18 (1) ThürWaldG.

Tabelle 301: 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.

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 2011 has been generated with the SEF application version 1.2, provided by the secretariat at 9th of January 2009. The German registry was tested on the generation of the SEF by the UNFCCC. The secretariat awarded a SEF test certificate of conformity to the German registry, dated 2nd January 2009.

12.2 Summary of information reported in the SEF tables

The German SEF for 2011 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) of this document.

At the end of 2011, AAUs amounting to 4,932,839,750 were contained in the German registry. The largest proportion or 3,112,267,083 AAUs, were recorded in party holding accounts, 1,273,092,585 AAUs were in the retirement account, 547,477,254 in the entity

holding accounts and 2,828 in other cancellation accounts. Besides AAUs the registry contained in total 33,868,624 ERUs and 134,057,322 CERs; no RMUs, tCERs or ICERs.

In total for 2011, the German registry received 207,943,064 AAUs, 38,212,452 ERUs and 109,134,582 CERs. Conversely, 200,351,177 AAUs, 8,363,527 ERUs and 61,624,932 CERs were transferred to foreign national registries. Transactions with most European countries within the European Emissions Trading Schemes (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) of this document.

**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 75 paragraph 1 Registry Regulation No. 920/2010 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 <https://www.register.dehst.de/crweb/report/public/publicFigures.do>

(b) In 2011 there was no issuance of AAU.
(c) In 2011, 3,697,267 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 2011, 634 AAU, 7,495 ERU and 202,878 CER were voluntary cancelled. No RMU was cancelled.
(j) In 2011, 4,194,506 ERU, 33,374,387 CER, 418,523,027 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 and NHA Contact information: https://www.register.dehst.de/crweb/report/public/account.do
CER	Each account holder of OHA, PHA and NHA Contact information: https://www.register.dehst.de/crweb/report/public/account.do
RMU	Federal Government only
tCER	Federal Government only
ICER	Federal Government only

OHA: Operator Holding Account
PHA: Person Holding 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).

The German registry software is prepared for keeping the CPR. If a transfer proposal would result in an infringement of the CPR, the German registry will reject it internally before the transaction proposal is sent to the ITL. This functionality has been thoroughly tested by the German registry administrators in collaboration with the UNFCCC secretariat (DES, Annex H). Consequently, the German registry did not violate the CPR during the reported year.

The development of the Commitment Period Holdings (CPH) in 2011 is shown in figure Abbildung 76. Each CPH relevant transaction was taken into account.

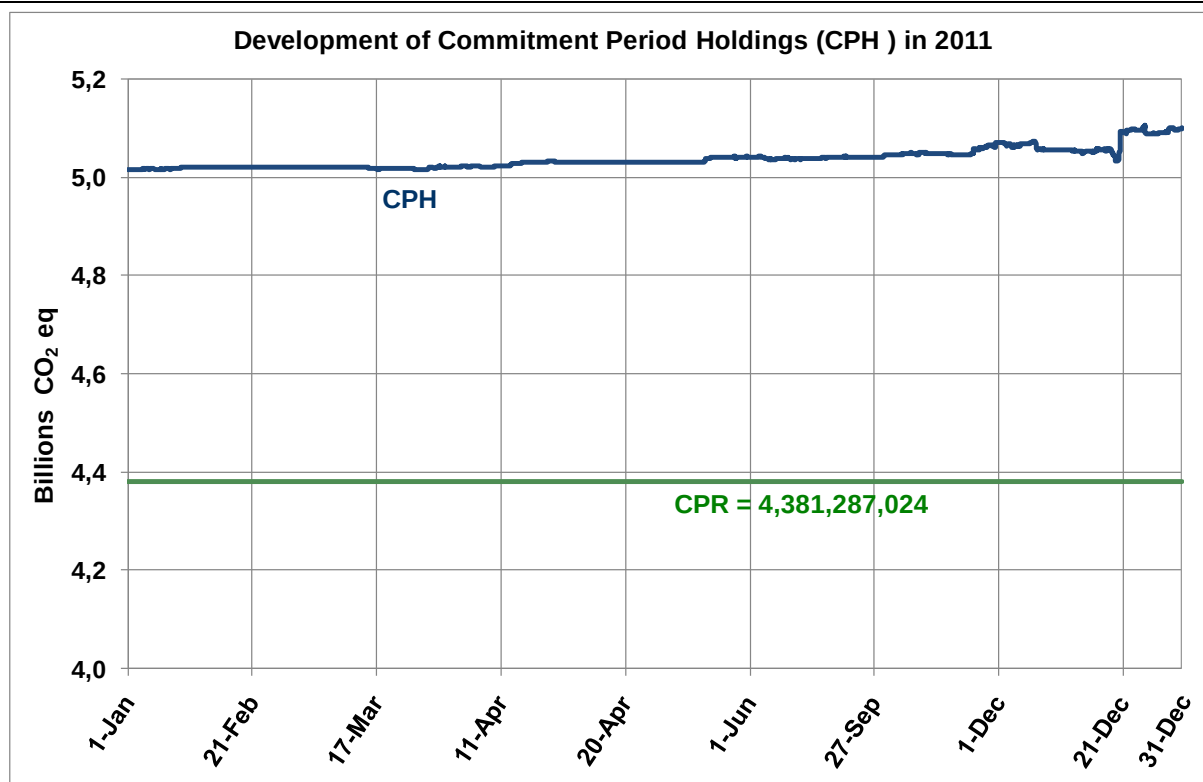


Abbildung 76:

The present status of the CPR as well as the current holdings of Kyoto units is publicly available at:

<https://www.register.dehst.de/crweb/report/public/cpr.do>

13 INFORMATIONEN ÜBER ÄNDERUNGEN IM NATIONALEN SYSTEMS

Im vergangenen Jahr lag der Arbeitsschwerpunkt auf der institutionellen Umsetzung des Aktionsplans zur Lösung der vom ERT im In Country Review identifizierten Probleme im Bereich KP-LULUCF.

Weiterhin wurden die bereits im Jahr 2009 erzielten Verbesserungen der Institutionalisierung des Nationalen Systems weiter umgesetzt und konsolidiert. Insbesondere wurde die Verwaltungsvereinbarung mit dem Statistischen Bundesamt praktisch umgesetzt und dazu der Datenbedarf für die Emissionsberichterstattung erneut geprüft und aktualisiert. Zudem wurden neuentstandene Fehlstellen in den Datenströme geschlossen.

Umsetzung der institutionellen Aspekte des Aktionsplans zur Lösung der identifizierten Probleme im Bereich KP-LULUCF :

Zur Umsetzung des im In-Country Reviews 2010 von ERT geforderten Aktionsplans zur Lösung der identifizierten Probleme im Bereich KP-LULUCF wurden in der Berichterstattung 2012 umfangreiche institutionelle Verbesserungen im Nationalen System vorgenommen.

Alle zur Umsetzung bis zur Submission 2012 vorgesehenen Maßnahmen aus dem Aktionsplan wurden umgesetzt. Die institutionellen Rahmenbedingungen für die Berichterstattung von LULUCF und KP-LULUCF wurden durch ein Konzept des BMELV zur Erstellung von THG-Emissions- und Kohlenstoffinventaren der Quell- und Senkengruppen 4

und 5 im Zuständigkeitsbereich des BMELV (2012) transparenter gestaltet und gestärkt. Damit wird dem § 24 des ARR 2010 Rechnung getragen.

Zur Umsetzung des Konzepts für den Bereich QK / QS wurde in Abstimmung mit der Nationalen Koordinierungsstelle ein vTI internes Qualitätsmanagement erarbeitet, welches das Qualitätsmanagementsystem der Nationalen Koordinierungsstelle auf das vTI überträgt. Hierdurch wurden die QS/QK Prozeduren für die Landwirtschafts- und LULUCF Berichterstattung gestärkt und die Einbeziehung des vTI in das Nationale System weiter verbessert. Durch das vTI interne Qualitätsmanagement wurden Hinweise der §§24(c), 39, 46(f), 156(d) des ARR 2010 im Nationalen System umgesetzt und verankert.

Ebenso wird durch die Institutionalisierung regelmäßiger Arbeits- und Abstimmungstreffen zwischen der Nationalen Koordinierungsstelle (SNE) und der Arbeitsgruppe Emissionsinventare im vTI die Einbindung der Landwirtschafts- und LULUCF Experten ins Nationale System gestärkt und dem §§27, 46(a) des ARR 2010 Rechnung getragen.

Kooperationsvereinbarung zur Datenbereitstellung der Eisen- und Stahlindustrie mit der Wirtschaftsvereinigung Stahl

Aufgrund des Auslaufens der entsprechenden gesetzlichen Grundlage (Rohstoffstatistikgesetz) hat das Statistische Bundesamt die Datenerhebung und Veröffentlichung der Fachserie 4 Reihe 8.1 (Eisen- und Stahlstatistik) zum 31.12.2009 eingestellt. Damit traten in der Verfügbarkeit der Berechnungsgrundlagen für diesen Bereich ein deutlicher Rückschritt und eine erhebliche Fehlstelle in den Datenströmen ein.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie als zuständiges Ressort hat zur Schließung diese Datenlücke bis zur Umsetzung einer neuen gesetzlichen Regelung gemeinsam mit der Nationalen Koordinierungsstelle eine Kooperationsvereinbarung mit der Wirtschaftsvereinigung Stahl als maßgeblichem Industrieverband abgeschlossen. Die Kooperationsvereinbarung stellt neben der Datenlieferung der Mitgliedsunternehmen auch die der Nicht-Mitglieder sicher wie sie für die Zwecke der Emissionsberichterstattung benötigt wird. Die Wirtschaftsvereinigung Stahl hat auf dieser Basis erstmalig zur Berichterstattung 2012 Daten im Format der ausgelaufenen Fachserie 4 Reihe 8.1 des Statistischen Bundesamtes an die Nationale Koordinierungsstelle geliefert. Damit konnte eine Fehlstelle in den Datenströmen vermieden und eine lückenlose Datenbereitstellung gewährleistet werden.

Auslaufen der freiwilligen Selbstverpflichtung des Verbandes der Halbleiterindustrie (ZVEI) zum 31.12.2010:

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 ist gegenwärtig in abschließenden Gesprächen mit dem ZVEI zum Abschluss einer Kooperationsvereinbarung für die Bereitstellung der benötigten Daten. Dadurch soll eine Fehlstelle in den Datenströmen vermieden werden.

14 INFORMATIONEN ZU ÄNDERUNGEN IN DEN NATIONALEN REGISTERN

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 of cooperation arrangement	Germany does not cooperate by maintaining national registries in a consolidated system. No change of cooperation arrangement occurred during the reported period.
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32. (c) Change to database or the capacity of national registry	In 2011 a new application server type was introduced to increase the safety and performance of the system. Whereas an application server is a program on a computer that runs mostly web applications like the registry application. Due to the implementation of a new server type, system adjustments were necessary. For test purposes and conformity an Annex H test was executed on the request of Germany from 18 February until 1 March 2011. The Annex H testing was successfully accomplished. The test results are provided in an updated recommendation document which is attached in Annex 6 (22.2.3) of this document. The adjustments to the system are merely technical and have no impacts on the usability. From the "normal" user's perspective the system did not change. Together with a new application server, an additional optional two-factor authentication besides the smsTAN procedure by means of the German electronic ID card was implemented. It is only available for registry administrators for now. To login to the registry a registry administrator can choose the second factor: smsTAN or eID card. The gradual introduction of the German eID card started on 1 November 2010 and it will take up to ten years to reach a widely spread. The eID application allows to authenticate through the internet. Within the German registry the eID card is used for login only. The smsTAN procedure is used in parallel to confirm a transaction out-of-band. The smsTAN procedure was implemented in the German registry for all users in November 2010 (it was reported in the last SIAR process).
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32. (d) Change of conformance to technical standards	No change in the registry's conformance to technical standards occurred for the reported period.
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32. (e) Change of discrepancies procedures	No change of discrepancies procedures occurred during the reported year.
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32. (f) Change of security	For registry administrators a new two-factor authentication besides the smsTAN procedure was implemented in 2011. For more information please see the description to 15/CMP.1 annex II.E paragraph 32. (c) above. The smsTAN procedure was implemented in November 2010 (reported in the last SIAR process).
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32. (g) Change of list of publicly available information	No change to the list of publicly available information occurred during the reporting period.
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32. (h) Change of Internet address	No change of the registry Internet address occurred during the reporting period.
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32. (i) Change of data integrity	No change to data integrity measures occurred during the reporting period.

measures	
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32. (j) Change of test results	The registry initialization recommendation was updated in 2011. The document is attached in Annex 6 (22.2.3) of this document.
The previous Annual Review recommendations	<i>The German SIAR Part 2 Assessment report did <u>not</u> state any recommendations.</i> <i>Within the centralized review of the 2011 annual submission of Germany, the ERT recommends that the Party report in its next annual submission any change(s) in its national registry in accordance with chapter I.G. of the annex to decision 15/CMP.1.</i> In the 2012 annual submission Germany include in its national inventory report information on any changes that have occurred in its national registry in accordance with chapter I.G. of the annex to decision 15/CMP.1. Therefore the recommendation is implemented.

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 Landwirtschaftsorga-

nisation 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 europäische 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 302: 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 303: 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 304: 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 305: Wald- und Forstwirtschaft

Maßnahme	Direkte Effekte	Indirekte Effekte
Wiederaufforstung	keine	<u>Positiv:</u> weniger Entwaldung
Nachhaltiges Waldmanagement	keine	keine

Tabelle 306: Abfallverwertung/-behandlung

Maßnahme	Direkte Effekte	Indirekte Effekte
CH ₄ - Abscheidung von Müll und Klärschlamm	keine	Positiv: kostengünstige Energiequelle
Kompostierung	keine	keine

16 WEITERE INFORMATIONEN

Dieses Kapitel wird derzeit nicht benötigt.

17 ANHANG 1: HAUPTKATEGORIEN DES DEUTSCHEN TREIBHAUSGASINVENTARS

Entsprechend der „*IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*“¹¹⁰ (*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 verschiedensten Gründen (z.B. die Datenverfügbarkeit für die benötigten Eingangsgrößen

¹¹⁰ 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>

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 im Jahr 2010 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 Gesamttreibhausgasemissionen 2010 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 Quellgruppenzusammenfassung sind nach diesem Verfahren insgesamt 33 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. Eine detailliertere Tier-2-Unsicherheiten-Analyse wird wegen des hohen Aufwands in Deutschland nur alle 3 Jahre durchgeführt.

Die Ergebnisse bestätigten in weiten Teilen die Ergebnisse der Tier-1-Hauptkategorien-Analysen. Hinzu kommen jedoch sieben weitere Kategorien (siehe Tabelle 8, Kapitel 1.5.1).

17.1.3 Bewertung qualitativer Kriterien

Deutschland führt für die Submission 2012 erstmalig aufgrund einer Review-Empfehlung 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 97,6% 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 307: 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 2011):

- Bundesverband der deutschen Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW), Berlin
- Deutscher Braunkohlen-Industrie- Verein e.V. (DEBRIV), Köln,
- EEFA GmbH, Münster
- Gesamtverband des deutschen Steinkohlenbergbaus (GVSt), Herne,
- Mineralölwirtschaftsverband (MWV), Berlin,
- Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin,
- Energiewirtschaftliches Institut an der Universität Köln (EWI), Köln,
- Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI), Essen.
- Verein der Kohlenimporteure e.V., Hamburg

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 Rossbach 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 308 aufgelistet. Hinzu kommen in einer Reihe von Fällen, z.B. zur Darstellung des nichtenergetischen Verbrauchs seitens der chemischen Industrie, persönliche Expertenmitteilungen.

Tabelle 308: 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 Jahresherhebung über die Stromeinspeisung bei Netzbetreibern (070)
	43381 Jahresherhebung über Klärgas (073)
	43391 Jahresherhebung über Flüssiggas (075)
	434 Fachstatistiken im Bereich Energie- und Wasserversorgung: Wärmeversorgung
	43411 Jahresherhebung über Erzeugung, Verwendung, Bezug und Abgabe von Wärme (064)
	43421 Erhebung über Geothermie (062)
	435 Übrige Fachstatistiken im Bereich Energie- und Wasserversorgung
	43511 Monaterhebung über Ein- und Ausfuhr von Kohle (061)
	43521 Erhebung über Biotreibstoffe (063)
	43531 Jahresherhebung über die Energieverwendung im Berg-bau 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
Steinkohle und Braunkohlen	Statistik der Kohlenwirtschaft e.V.
	Der Kohlenbergbau in der Energiewirtschaft der Bundesrepublik Deutschland – Jahresberichte
	Zahlen zur Kohlenwirtschaft
	Absatzstatistik und sonstige unveröffentlichte Energiestatistiken
Mineralöle	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrollen
	Amtliche Mineralöl-daten 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 77). 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
Endenergieverbrauch	nach Sektoren	E.-Verbrauch im Umwandl.-Bereich insgesamt	45
		Fackel- u. Leitungsverluste, Bewertungsdiff.	46
		Energieangebot im Inland	47
		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
	nach Sektoren	Ziehereien und Kaltwalzwerke	56
		NE-Metallerzeug., -halbzeugwerke, -gießereien	57
		Chemische Industrie	58
		Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	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 produzierendes Gewerbe	66-69
		Investitionsgüter produzierendes Gewerbe	66
		Glas und Feinkeramik	67
		Herstellung von Kunststoffwaren	68
		Textilgewerbe	69
		Übriges Verbrauchsgüter produzierendes 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
		Luftverkehr	78
		Küsten- und Binnenschifffahrt	79
		Verkehr insgesamt	80
		Haushalte und Kleinverbraucher insgesamt	
		Militärische Dienststellen	

Quelle: AGEb, 2003

Abbildung 77: 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 77 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	Stein-kohlen	SK-Kohle
	SK-Koks		SK-Briketts
	SK-Briketts		SK-Koks
	SK-Rohteer		Andere SK-Produkte
	SK-Pech	Braun-kohlen	BK-Kohlen
Braunkohlen	SK-Andere		BK-Briketts
	Rohbenzol		Andere BK-Produkte
	BK-Kohlen	Mineralöle	Hartbraunkohle
	BK-Briketts		Erdöl
Sonstige feste Brennstoffe	BK-Koks		Ottokraftstoff
	BK-Staubk.		Rohbenzin
	BK-Hartk.		Flugturbinenkraftstoff
Mineralöle	Brennholz		Dieselmkraftstoff
	Brenntorf		Heizöl leicht
	Klar.-Müll		Heizöl schwer
	Erdöl		Petrolkoks
	Mot.benzin		Flüssiggas
	Rohbenzin		Raffineriegas
	Flugbenz.		Andere Mineralölprodukte
	Schw. Flkr.	Gase	Kokerei- u. Stadtgas
	Diesel		Gichtgas u. Konvertergas
	Heilöl, l.		Erdgas, Erdölgas
Gase	Heizöl, s.	Erneuerbare Energien	Grubengas
	Petrolkoks		wasserkraft
	MIN-And.		Wind- u. Photovoltaikanlagen
Elekt. Strom und andere Energieträger	Flüssiggas	Elektr. Strom und andere Energieträger	Müll und sonstige Biomassen
	Raffgas		Sonst. Erneuerb. Energien
	Kokereigas		Strom
	Gichtgas	Energie-träger insgesamt	Kernenergie
	Erdgas		Fernwärme
	Erdölgas		Primär-ET
	Grubengas		Sekundär-ET
Energie-träger insgesamt	Klärgas		Summe
	Strom		
	Wasserkkr.		
Energie-träger insgesamt	Kernenergie		
	Fernwärme		
	Sonstige ET		
Energie-träger insgesamt	Primär-ET		
	Sekundär-ET		
	Summe		

Quelle: ZIESING et al, 2003

Abbildung 78: 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 78 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 2009 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 Wärmeerzeugung 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 zur Energiebilanz

Zur Dokumentation ihrer Qualitätssicherungsmaßnahmen bei der Erstellung der Energiebilanzen legt die AGEB dem Umweltbundesamt entsprechende Qualitätsberichte vor:

- „Qualitätsbericht des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung zur Erstellung der Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland einschließlich Aktualität bzw. zeitliche Verfügbarkeit der amtlichen Statistiken und der Verbands- und sonstigen Daten“ vom August 2011 von Dr. Jochen Diekmann, Klaus Hilge und Ingrid Wernicke.
- „Qualitätsbericht des EEFA-Forschungsinstituts zur Erstellung der Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland“ von Tina Baten Hans Georg Buttermann EEFA – Energy Environment Forecast Analysis GmbH & Co. KG

Der Inhalt der aktuellen Berichte wird im Folgenden in Auszügen wortgetreu veröffentlicht.

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) arbeitet als Unterauftragnehmer für die AGEB daran mit. Die Bearbeiter des DIW sind gehalten, dabei die Mindestanforderungen an QK/QS wie Transparenz, Konsistenz, Vergleichbarkeit, Vollständigkeit und Genauigkeit zu erfüllen.

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.

Des Weiteren vergibt das DIW Berlin einen Werkvertrag an Herrn Ullrich Rossbach, der den Mineralölteil der Energiebilanzen bearbeitet.

Das EEFA-Forschungsinstitut ist seit dem Bilanzjahr 2002 eines der Institute, die mit der Erstellung der Energiebilanzen betraut sind.

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.

Es liegt auf der Hand, dass zu diesem frühen Zeitpunkt i.d.R. wichtige amtliche Datenquellen wie z.B. die Erhebungen über den Energieverbrauch der Industriesektoren noch nicht vorliegen. Diese Datenlücken werden mit Hilfe von Schätzungen geschlossen. Ferner liegt es 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.

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“.

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.

18.4.2.2 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) für den Mineralölteil der Energiebilanz und 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.psmi> (gelesen am 08.08.2011).

Neben den verfügbaren amtlichen Daten verwendet das DIW Berlin folgende Verbandsdaten:

- Angaben zur Erdöl- und Erdgasgewinnung (WEG Jahresbericht des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V.)
- 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.

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 Wärmeherzeugung 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.

18.4.2.3 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 Wärmeerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung den kompletten Brennstoffeinsatz für Kraft-Wärme-Kopplung (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 (incl. KWK-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.

Es liegt auf der Hand, dass amtliche oder verbandsinterne Primärinformationen – ungeachtet ihrer Qualität – nur an wenigen Stellen der Energiebilanz ohne den Einsatz methodischer oder statistischer Verfahren zur Erstellung der Energiebilanz genutzt werden können. 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 Schätzmethoden geschlossen werden müssen.

Das EEFA-Forschungsinstitut verwendet zur Erstellung der Energiebilanz stets die aktuellsten vorliegenden amtlichen Statistiken und Verbandserhebungen, 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.

18.4.2.4 Kontrolle und Verifikation der Ergebnisse

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) 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 AGEE-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 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 weitgehen zu vermeiden, erfolgt die jährliche Aufstellung der Energiebilanz beim EEFA-Institut 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 durch das EEFA-Forschungsinstitut, können Fehler a priori nicht vollständig ausgeschlossen werden. Aus diesem Grunde werden beim EEFA-Forschungsinstitut im Rahmen der Bilanzarbeiten verschiedene Kontrollmaßnahmen durchgeführt. Dazu zählen:

- 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)

18.4.2.5 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.

18.4.2.6 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.

Tabelle 309: Zur Erstellung der Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland verwendeten Erhebungen des StBA

Erhebung	Nr.	Erhebungszeitraum	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 (verfügbar ab Ende Oktober/Anfang November)	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 (verfügbar meist Ende September)	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 (verfügbar im Mai)	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 (verfügbar meist Ende September)	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 einschl. der 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 (verfügbar meist Ende September)	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 (verfügbar Ende Juni/Anfang Juli)	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.	Erhebungszeitraum	Aktualität gemäß Qualitätsbericht	Angaben	Erhebungskreis	Erhebungseinheiten
Erhebung über Aufkommen, Abgabe, Ein- und Ausfuhr von Gas sowie Erlöse der Gasversorgungsunternehmen 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/Navigaton/Publikationen/Qualitaetsberichte/EnergieWasser.psmi>

18.4.2.7 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 und die jährliche Erhebung 082 und 082P sind im Mai des Folgejahres verfügbar; die jährlichen Erhebungen 064, 067 und 070 liegen meist Ende September des Folgejahres vor, die 073 Ende Mai, Anfang Juni des Folgejahres; die Erhebung 060 erst Ende Oktober/Anfang November des Folgejahres (E-Mail Wolfgang Bayer, StBA, 08.08.2011).

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 2009 lagen diese Zahlen erst im Januar 2011. Die Erhebungen 082P und 082, die für die sektorale Aufteilung des Endenergieverbrauchs von Erdgas, Erdölgas die statistische Grundlage bilden, lagen für das Jahr 2009 im Mai 2011 vor. Diese bildeten dann den letzten amtlichen Eintrag für die endgültige Energiebilanz 2009.

Verbandsstatistiken

In die endgültige Energiebilanz fließen Daten der Verbände BDEW, WEG und Deutsches Atomforum ein, die frühzeitig vorliegen (BDEW im Juli, WEG im Juni, 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), des Wirtschaftsverbands Erdöl- und Erdgasgewinnung (WEG) 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.

18.5 Unsicherheiten der Aktivitätsraten stationärer Feuerungsanlagen

Siehe NIR 2007, Kapitel 13.6.

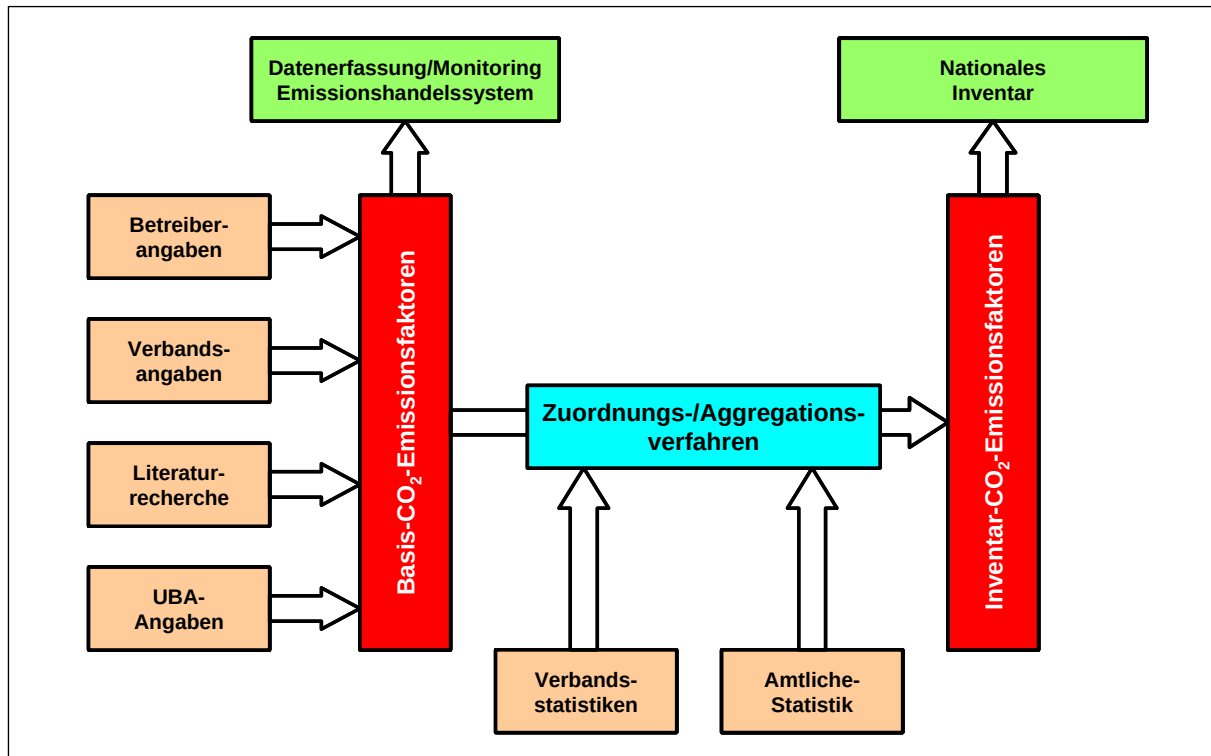
18.6 CO₂-Emissionsfaktoren

Die dem Inventar zugrunde gelegten Emissionsfaktoren wurden aus der Liste der „CO₂-Emissionsfaktoren für die Erstellung der nationalen CO₂-Inventare“ (ÖKO-INSTITUT, 2004c) abgeleitet.

18.6.1 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.

Abbildung 79: Basis- und Inventar-Emissionsfaktoren für CO₂

Quelle: Öko-Institut

Vor diesem Hintergrund wurde ein konsistentes Konzept für die CO₂-Emissionsfaktoren entwickelt (Abbildung 79).

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.

18.6.2 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>

18.6.3 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 310).

Bei den *Steinkohlen* wird zunächst davon ausgegangen, dass in Kleinfeuerungsanlagen sowie in nach TA-Luft genehmigten Wärmeerzeugungsanlagen 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 310 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 310: 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 <i>Deutschland</i>						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 <i>Neue Bundesländer</i>	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
Kohlen						
Steinkohle						
Steinkohle roh (Kraftwerke, Industrie)	94,0	94,2	94,1	94,3	94,3	94,2
Steinkohlenbriketts	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
Anthrazit (Wärmemarkt Haushalte, Kleinverbrauch)	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	112,3
Industrie, Kleinverbrauch <i>D.</i>	111,4	110,6	111,6	110,7	110,7	107,3
<i>Alte Bundesländer</i>						
<i>Neue Bundesländer</i>						
öffentliche Kraftwerke Revier:						
Rheinland	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
Hessen	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Lausitz	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
Braunkohlenbriketts <i>Deutschland</i>	99,7	99,7	99,6	99,6	99,8	99,8
<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
<i>Alte Bundesländer</i>						
<i>Neue Bundesländer</i>						
Braunkohlenkoks	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

Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren [t CO ₂ /TJ]	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Mineralöle						
Erdöl roh	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Ottokraftstoff	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
<i>Alte Bundesländer</i>						
<i>Neue Bundesländer</i>						
Kerosin	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
Dieselmkraftstoff Deutschland	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0
<i>Alte Bundesländer</i>						
<i>Neue Bundesländer</i>						
Heizöl leicht Deutschland	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0
<i>Alte Bundesländer</i>						
<i>Neue Bundesländer</i>						
Heizöl schwer	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
Petrolkoks	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
<i>Alte Bundesländer</i>						
<i>Neue Bundesländer</i>						
Raffineriegas	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
<i>Alte Bundesländer</i>						
<i>Neue Bundesländer</i>						
Schmierstoff	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
<i>Alte Bundesländer</i>						
<i>Neue Bundesländer</i>						
Gichtgas Alte u. Neue Bundesländer						
Gicht- und Konvertergas Deutschland	257,7	257,5	257,7	257,8	257,5	257,7
Brenngas Neue Bundesländer						
Sonstige Gase Deutschland	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
<i>Alte Bundesländer</i>						
<i>Neue Bundesländer</i>						
Erdölgas	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

Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren [t CO ₂ /TJ]	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Abfall						
Hausmüll, Siedlungsabfall	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
<i>Alte Bundesländer ²⁾</i>						
<i>Neue Bundesländer ²⁾</i>						
Sonderabfall Deutschland	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
Altkunststoff	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
Bleicherde	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
Gewerbeabfall Papier	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
Gewerbeabfall Verpackungen	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
Lösemittel (Abfall)	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
Rückstände Papierindustrie	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
Teppichabfälle	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

Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren [t CO ₂ /TJ]	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Biomasse-Brennstoffe ³⁾						
Ablaugen Zellstoffherstellung	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
Holzabfälle, Resthölzer (Industrie)	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
Rinde	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
Tierfett	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
Deponiegas, Klärgas, Biogas ⁴⁾	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
Biodiesel ⁴⁾	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

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 311: Für die Emissionsberichterstattung abgeleitete Emissionsfaktoren für CO₂ ab 1990, Industrieprozesse (Stand NIR 2011)

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	785,00	785,00	785,00	785,00	785,00	785,00	785,00	785,00	785,00	785,00	785,00	785,00	785,00	785,00	785,00
2.A.2 Produktion von Dolomitkalk	913,00	913,00	913,00	913,00	913,00	913,00	913,00	913,00	913,00	913,00	913,00	913,00	913,00	913,00	913,00
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	670,00	670,00	670,00	670,00	670,00	670,00	670,00	670,00	670,00	670,00	670,00	670,00	670,00	670,00	670,00
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
2.A.1 Produktion von Zementklinker	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00
2.A.2 Produktion von Branntkalk	785,00	785,00	785,00	785,00	785,00	785,00
2.A.2 Produktion von Dolomitkalk	913,00	913,00	913,00	913,00	913,00	913,00
2.A.3 Verwendung von Kalkstein	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
2.A.7.a Produktion von Behälterglas	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
2.A.7.a Produktion von Wirtschaftsglas	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
2.A.7.a Produktion von Glasfasern (Mix)	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
2.A.7.a Produktion von Glas (Mix undifferenziert NBL)	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.A.7.a Produktion von Glas (D-Mix inkl. Scherbeneinsatz)	101,59	100,88	100,46	100,31	101,06	103,94
2.A.7.b Produktion von Mauerziegeln	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
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.B.4 Produktion von Calciumcarbid	C	C	C	C	C	C
2.B.5 Katalysatorabbrand	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
2.B.5 Produktion von Methanol	670,00	670,00	670,00	670,00	670,00	670,00
2.C.1 Produktion von Elektrostahl	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
2.C.2 Produktion von Ferrolegerungen	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	111,00
2.C.2 Produktion von Ferrolegerungen (NBL)	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.C.3 Produktion von Hüttenaluminium	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.

18.7 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 (ca. 20 % für 2007) 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 312 (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 2007 ca. 14 % des NEV ab, ca. 86 % 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 2007 der Submission 2011 103 % des nichtenergetischen Verbrauchs wie er in der Zeile 43 der Energiebilanz gemeldet ist. Der Anteil der chemischen Industrie liegt bei ca. 75 % und der Anteil der Produkte aus Raffinerien bei ca. 24 %.

Tabelle 312: Verification of Completeness of Reported CO₂ from Non-Energy Use of Fossil Fuels

			Kohle						Mineralöl								Gas		
			Stein kohle	Stein kohlenkoks	Andere Steinkohlenprodukte	Braunkohle	Andere Braunkohlenprodukte	Total solids	Rohbenzin (Naphtha)	Dieselmotorenstoff	Heizöl, leicht	Heizöl, schwer	Petrolkoks	Flüssiggas	Raffineriegas	Andere Mineralölprodukte	Total liquids	Erdgas	Total gas
Jahr	2007	Unit																	
A: Declared NEU (Energiebilanz Zeile 43)		TJ	1.661	1.833	2.780	392	10.082		466,479	1	42,761	154,925	7,903	55,442	23,369	150,279		87,221	
B: Carbon Content		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: Total supplied for feedstock/non-energy		Gg C	44,5	53,5	74,5	10,8	278,3	461,6	9.329,6	0,0	863,8	3.268,9	210,2	953,6	366,9	3.005,6	17.998,6	1.334,5	1.334,5
D: Total supplied for feedstock/non-energy		Gg CO ₂	163,2	196,3	273,2	39,7	1.020,3	1.692,6	34.208,5	0,1	3.167,2	11.986,0	770,8	3.496,5	1.345,3	11.020,5	65.994,8	4.893,1	4.893,1
E: Implied carbon fraction oxidised				3,90				0,45	1,00			0,87	0,02	1,00		1,85	1,04	1,06	1,06

	AR	EM	Gg CO ₂																
	Gg	Gg CO ₂																	
F: Total fossil IPPU CO ₂ reported		7.773,1		765,1				765,1	34.206,3			10.418,3	17,5	3.497,5		20.350,1	68.489,7	5.183,4	5.183,4
2 Industriezweige																			
2.A: Mineral Industrie																			
2.B: Chemische Industrie		7.008							34.206			10.418	18	3.497		5.001	53.140	5.183	5.183
2.B.1: Ammoniak Produktion	3.266	4.331									2.887,3						2.887,3	1.443,7	1.443,7
CO ₂ zur weiteren Verwendung	3.390										3.390,0						3.390,0		
2.B.5: Karbid Produktion	C	18											17,5				17,5		
2.B.5: Sonstige																			
Methanol CH ₃ OH	2.025	1.357									4.141,0						4.141,0		
Ethylene C ₂ H ₄	5.097								12.832,5					1.312,1		1.876,0	16.020,6		
Propylen C ₃ H ₆	3.492								8.790,8					898,8		1.285,2	10.974,8		
1,3-Butadien C ₄ H ₆	1.149								3.000,1					306,7		438,6	3.745,4		
Benzol C ₆ H ₆	2.214								6.003,0					613,8		877,6	7.494,4		
Toluol C ₇ H ₈	760								2.039,2					208,5		298,1	2.545,9		
Xylol C ₈ H ₁₀	579								1.540,6					157,5		225,2	1.923,3		
Industrieruß	665	1.303																3.739,7	3.739,7
2.C: Metall Industrie		765		765,1				765,1											
2.C.1: Eisen- und Stahlproduktion (1)	IE	IE																	
2.C.2: Produktion von Ferrolegierungen	72	8		8				7,9											
2.C.3: Primäraluminiumproduktion	554	757		757				757,2											
2.C.5: Sonstige																			
Blei Produktion	NE	NE																	
Zink Produktion	NE	NE																	
2.D: Andere Produktionen																			
3. Lösemittel und andere Produktverwendung																			
3.A-D: Lösemittel (2)	IE	IE							IE										

			Kohle						Mineralöl								Gas		
		EM Gg CO ₂	Stein kohle	Stein kohlenkoks	Andere Steinkohlen- produkte	Braunkohle	Andere Braunkohlen- produkte	Total solids	Rohbenzin (Naphtha)	Dieselmotortreibstoff	Heizöl, leicht	Heizöl, schwer	Petrolkoks	Flüssiggas	Raffin- erergas	Andere Mineralölpro- dukte	Total liquids	Erdgas	Total gas
Jahr	AR [Gg]																		
EXCEPTIONS REPORTED ELSEWHERE																			
1.A FUEL COMBUSTION ACTIVITIES																15.349,4	15.349,4		
1.A.1.b: Petroleum Refining																			
Schmierstoffe	1.056															3.110,3	3.110,3		
Wachse, Paraffine, Vaseline, etc.	305															898,7	898,7		
Bitumen	3.500															11.340,4	11.340,4		
1.A.3 Schmierstoffe im Straßenverkehr (3)	IE	IE														IE			

- (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 im Forschungsvorhaben RENTZ et al (2002) zur Bestimmung von Emissionsfaktoren; unter Ausschluss der CO₂-Emissionsfaktoren, deren Ermittlung dem Anhang 2 (Kapitel 18.6) 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 DFU, einschlägige Statistiken, Verbandsmitteilungen (VGB, VDEW, VIK), Betreiberangaben und Fachveröffentlichungen. Weiterhin wurden die von einigen Landesbehörden zur Verfügung gestellten Auszüge aus den Emissionserklärungen des Jahres 1996 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 gebildet.

4. Projektionen für die Jahre 2000 und 2010

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 für das Jahr 2000 werden die geltenden immissionsschutzrechtlichen Regelungen herangezogen. Für das Bezugsjahr 2010 wird davon ausgegangen, dass die Anforderungen der novellierten TA Luft und der EU-Großfeuerungsanlagenrichtlinie 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 80 dargestellt.

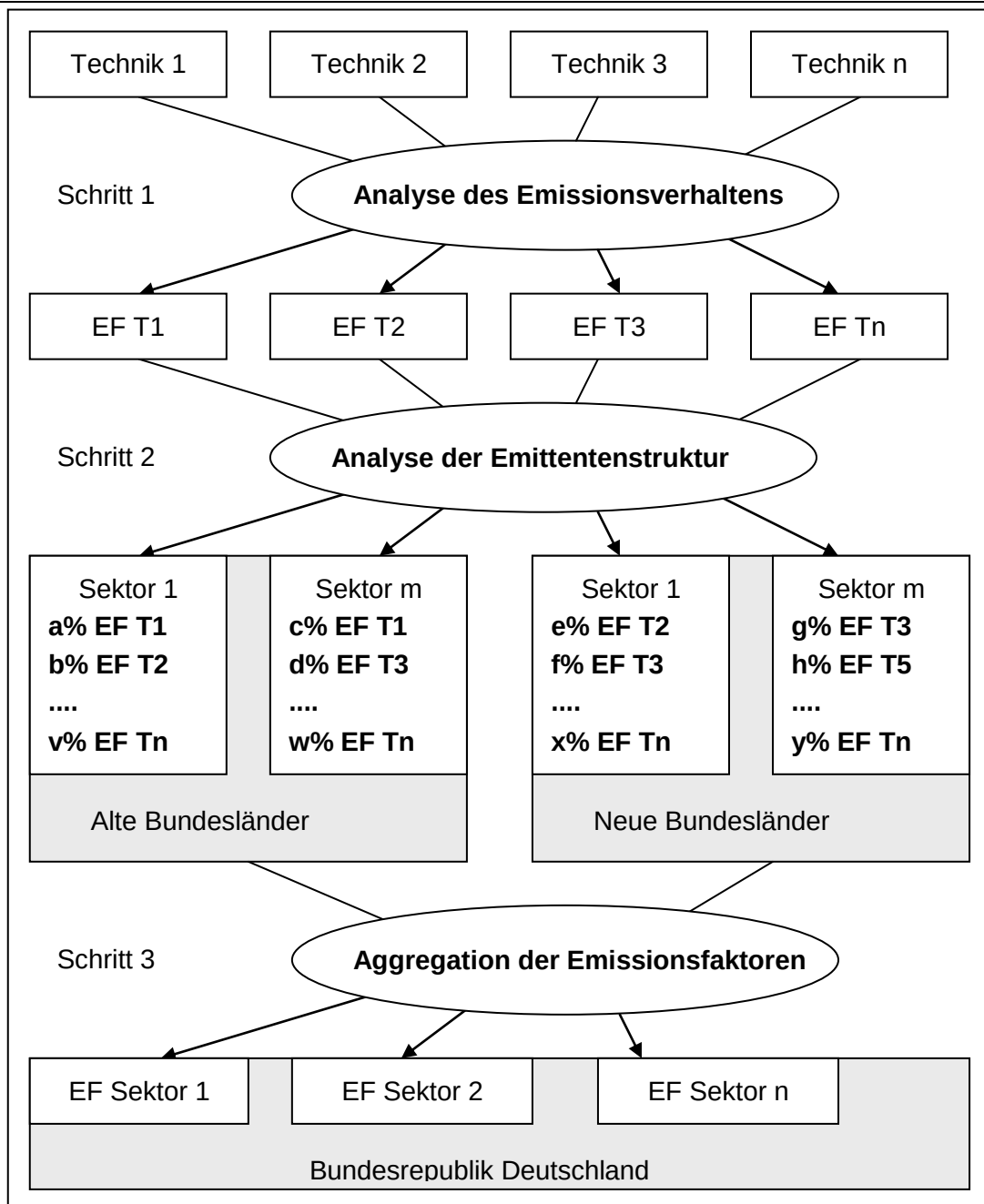


Abbildung 80: Methodik der Emissionsfaktorenberechnung

Die Herkunft und Qualität der Daten wird im Vorhabensbericht (RENTZ et al, 2002) eingehend beschrieben. Ein großer Teil der Daten entstammt den Emissionserklärungen der Bundesländer Baden-Württemberg, Brandenburg, Nordrhein-Westfalen und Thüringen für das Jahr 1996. 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 % charakterisiert¹¹¹. 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 313 fasst die berücksichtigten Anlagenarten nochmals nach 4. BImSchV-Nummer und Erklärungsart zusammen.

Tabelle 313: 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

Bei den Analysen werden die Emissionsdaten nach Feuerungstechnik differenziert. Hierfür gibt Tabelle 314 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.

¹¹¹ 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).

Tabelle 314: 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 315 fasst die Emissionsfaktoren der Tabellen 3, 4 und 5 des Anhangs E des Forschungsvorhabens RENTZ et al (2002) zusammen:

Tabelle 315: 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

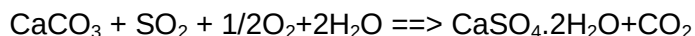
ABL Alte Bundesländer
 NBL Neue Bundesländer
 D Bundesrepublik Deutschland gesamt

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 CaCO_3 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 CaCO_3 und CO_2 lassen sich dann gemäß obiger Reaktionsgleichung die prozessbedingten CO_2 -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 und 2010 haben wir als vorläufigen Eingangswert für die Berechnung das Gipsaufkommen von 2008 fortgeschrieben.

Tabelle 316: CO_2 -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	
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	

Quelle: Berechnung auf der Grundlage des Projektes Kalksteinbilanz (UBA 2006, FKZ 20541217/02), aktualisiert im Jahre 2008 (siehe NIR 2009)

Diese CO_2 -Emissionen wurden im Inventar den Emissionen aus dem Einsatz fester Brennstoffe zugeordnet, weil hier die Ursache für die REA und die CO_2 -Emissionen liegen. Nach einer Expertenschätzung des Forschungsnehmers liegt die Unsicherheit des Kalksteineinsatzes und damit auch die Unsicherheit der damit verbundenen CO_2 -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-Normung¹¹² (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).

¹¹²

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-Benzin¹¹³. 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.

Es werden unterschiedlich stark *verbleite* Flugbenzin-Sorten verwendet, deren exaktes Verhältnis nicht verfügbar ist. Für die Berechnung der Blei-Emissionen wird hier der für die gebräuchlichste Sorte, AvGas 100 LL (Low Lead), ermittelte Wert von 0,56 g/l verwendet, der etwas unter dem im Corinair Guidebook 2007 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 (EF siehe Tabelle 317 unten). Dieser Wert entstammt dem für die Berechnungen der Emissionen des Straßenverkehrs verwendeten Modell TREMOD.

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.

¹¹³

Email- Kommunikation mit Herrn Winkler vom Mineralölwirtschaftsverband, 8.Juni 2009

Tabelle 317: Emissionsfaktoren 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	0,35	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	13,04	entspricht EF Kerosin, Cruise/national (berechnet in TREMOD-AV)
NM VOC	13,06	aus Revised IPCC Guidelines 1996, S. I.42
CO	642,00	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 (2009)

Tabelle 318: 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
1.A.3.a - übergreifend																					
CO₂	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
SO₂	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
National, LTO																					
CH₄	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
N₂O	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	14,11	14,15	14,20	14,22
NM_{VOC}	2,7	2,0	1,6	1,2	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,5	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8	
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	10,42	10,17	9,95	9,66
National, Cruise																					
CH₄	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
N₂O	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
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	12,93	12,97	13,01	13,04
NM_{VOC}	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
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	7,65	7,47	7,31	7,10
International, LTO																					
CH₄	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
N₂O	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	16,69	16,74	16,80	16,83
NM_{VOC}	4,5	4,1	3,6	3,2	3,2	3,2	2,6	2,3	2,7	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4
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	16,14	15,76	15,41	14,97
International, Cruise																					
CH₄	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
N₂O	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
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	16,46	16,51	16,56	16,59
NM_{VOC}	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
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	13,83	13,50	13,21	12,83

19.1.3.1.2 Detailübersicht der für Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren zugrunde gelegten Unsicherheiten (1.A.3.a)

Tabelle 319: Übersicht der zu berücksichtigten 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 320 dargestellt.

Tabelle 320: Energieeinsatz im Straßenverkehr 1990-2009

Jahr	Otto- kraftstoff	Diesel- kraftstoff	Biodiesel	Bio- Ethanol	Flüssig- gas	Erdgas	Petroleum
Energieeinsatz gemäß Energiebilanzen 1990-2009 (Stand: 10/2011) 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	1.077.173	71.792	6.817	2.357	2.843	0
2006	930.834	1.081.161	130.139	13.418	4.605	5.211	0
2007	892.982	1.078.362	143.431	12.065	8.942	4.089	0
2008	854.002	1.107.062	109.612	16.385	15.652	4.882	0
2009	829.227	1.114.253	89.327	23.697	23.842	5.300	0
Vorläufige Angaben gemäß Mineralölzahlen 2010 (fossil) und Amtliche Mineralölzahlen 12/2010 (bio)							
2010	792.257	1.166.224	90.673	30.403	21.836	9.742	0

Quellen: Auswertetabellen der Energiebilanzen, Mineralöl-Zahlen 2010 des Mineralölwirtschaftsverbandes MWV (MWV, 2011) 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 321).

Tabelle 321: 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 322 fasst die verwendeten Anpassungsfaktoren zusammen.

Tabelle 322: 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	0,988	0,988	1,197
1994	NBL	0,988	0,988	1,197
1995	D	0,999	0,999	1,222
1996	D	1,000	1,000	1,201
1997	D	0,997	0,997	1,202
1998	D	0,989	0,989	1,265
1999	D	0,990	0,990	1,323
2000	D	0,959	0,959	1,353
2001	D	0,945	0,945	1,254
2002	D	0,939	0,939	1,212
2003	D	0,925	0,925	1,149
2004	D	0,931	0,931	1,095
2005	D	0,919	0,919	1,085
2006	D	0,896	0,896	1,119
2007	D	0,886	0,886	1,074
2008	D	0,882	0,882	1,070
2009	D	0,873	0,873	1,110
2010	D	0,870	0,870	1,157

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 321) 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 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

Flüssiggas wird in TREMOD derzeit noch vollständig konventionellen PKW ohne Abgasaufbereitung nach EURO-Norm zugeordnet.

Der Einsatz von Erdgas ist derzeit in TREMOD noch nicht berücksichtigt und wird daher direkt im ZSE abgebildet. Bis auf CH₄ (und CO₂) werden hier aktuell die in TREMOD für Flüssiggas verwendeten EF übernommen.

Folgende Emissionsfaktoren werden derzeit für die Berechnung der Emissionen aus der mobilen Verbrennung von Flüssig- und Erdgas im ZSE verwendet:

Tabelle 323: Emissionsfaktoren für PKW mit Flüssig- und Erdgasgasantrieb 1990-2010

Treibhausgas bzw. Schadstoff	EF in [kg/TJ]	
	Flüssigas	Erdgas
CO ₂	65.000,00	56.000,00
CH ₄	3	50*
N ₂ O	1,7	1,7**
CO	350	350**
NH ₃	0,5	0,5**
NM VOC	157	157**
NO _x	975	975**
SO ₂	1,7	1,7**

*) IPCC-default

**) übernommen von Flüssiggas

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 Hackschnitzzellagerung, 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 Dicklauge, 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 Dampfdruckgewinnung 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 Holzrückstände, 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 324, Tabelle 325, Tabelle 326 und Tabelle 327 wiedergegeben. Diese Tabellen umfassen auch Angaben zu Emissionsfaktoren (u. a. auch für NH₃). Zu weiteren Details siehe HAENEL et al. (2012).

Tabelle 324: Häufigkeitsverteilungen von Tierhaltungsverfahren(in %) 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	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	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		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	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		0,197
	time spend on pastures (in % of year)	18	19	18	18	14	14	14	14	14	13	13	12	12	12	12	11	11	11	11	10	10		
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	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		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		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	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		0,197
	time spend on pastures (in % of year)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	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	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		0,066
	loose housing, grooved floor, slurry	48	48	48	48	49	49	49	49	50	50	50	49	49	48	48	47	47	46	46	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	3,0	0,197
	time spend 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		
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	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	2,5	0,197
	time spend 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		

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	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	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		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		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	8,0	0,197	
	time spend on pastures (in % of year)	41	42	43	43	43	43	44	44	45	44	44	45	45	45	46	46	47	47	47	48	48			
stud bulls	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	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		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		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	5,0	0,197	
	time spend on pastures (in % of year)	35	33	33	34	33	33	33	33	32	33	33	33	33	33	33	34	34	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		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		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	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	1,0 / 0,2	0,4	
	time spend 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			
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	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		0,34	
	time spend 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			
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		#)	1)
	floor management, aviary	4	4	4	4	4	5	5	7	7	7	7	7	7	9	12	14	15	17	22	45	63	0,5	#)	1)
	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	0,5	#)	1)
		100	100	100	100	100	101	99	101	100	100	101	100	100	100	100	100	100	99	100	100	101	100		

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	bedding material (straw) kg place d ⁻¹	NH ₃ -N EF for housing, 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	1,4	0,09	1)
pullets	floor management	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,8	0,03	1)
ducks	floor management	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	1)
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		0,57	2)
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	10,3	0,19	1)
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	10,3	0,255	1)
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	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		0,197	
	time spend 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			
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	8.0 / 5.0	0,22	
	time spend 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			
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	5,0	0,22	
	time spend 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			
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	0,4	0,22	
	time spend 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			
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	0,16	0,22	
	time spend 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			
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	0,4	0,22	
	time spend 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			

#) s. Tabelle 327: Legehennen, haltungsspezifische partielle NH₃-Emissionsfaktoren

1) related to N excreted

2) related to TAN (UAN) excreted

Tabelle 325: Häufigkeitsverteilungen von Lagerverfahren (in %) und 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	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
all cattle, slurry	slurry, open tank (% of total slurry)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	0,150		0,000		0,17
	slurry, with solid cover (% of total slurry)	22	22	22	22	22	22	22	22	21	21	21	22	22	22	23	23	23	24	24	24	24	0,015		0,005		0,17
	slurry, with natural crust (% of total slurry)	38	38	38	38	41	41	41	41	42	42	41	41	40	40	39	39	38	38	37	37	36	0,045		0,005		0,10
	slurry, with plastic film	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0,023		0,000		0,17
	slurry, with artificial crust (chaff) (% of total slurry)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0,030		0,000		0,17
	slurry, storage below animal confinements > 1 month (% of total slurry)	39	39	39	39	35	35	35	35	35	35	35	34	34	34	34	33	33	33	33	32	32	0,045		0,002		0,17
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	0,600	0,014	0,005	0,005	0,02
male beef cattle, solid	solid storage (% of total solid manure)	40	40	40	40	43	43	43	43	40	40	32	28	26	24	23	22	22	21	21	20	20	0,600	0,014	0,005	0,005	0,02
	deep bedding / sloped floor (% of total solid manure)	60	60	60	60	57	57	57	57	60	60	68	72	74	76	77	78	78	79	79	80	80	0,600		0,010		0,17
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	0,600	0,014	0,005	0,005	0,02
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	0,600	0,014	0,005	0,005	0,02
	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	0,600		0,010		0,17
suckler cows, solid	solid storage (% of total solid manure)	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	20	0,600	0,014	0,005	0,005	0,02
	deep bedding (% of total solid manure)	93	93	93	93	93	93	93	93	92	92	92	91	90	89	88	86	85	84	83	82	80	0,600		0,010		0,17
stud bulls, 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	0,600	0,014	0,005	0,005	0,02

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	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
all pigs, slurry	slurry, open tank (% of total slurry)	47	47	47	47	27	27	27	27	27	27	25	24	22	20	19	17	15	14	12	10	9	0,150		0,000		0,17
	slurry, with solid cover (% of total slurry)	18	18	18	18	22	22	22	22	22	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25	26	0,015		0,005		0,17
	slurry, with natural crust (% of total slurry)	3	3	3	3	13	13	13	13	13	13	14	16	17	19	20	22	23	25	26	28	29	0,105		0,005		0,10
	slurry, with plastic film	0	0	0	0	7	7	7	7	7	7	6	6	5	4	4	3	3	2	1	1	0	0,023		0,000		0,17
	slurry, with artificial crust (chaff) (% of total slurry)	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	0,030		0,000		0,17
	slurry, storage below animal confinements > 1 month (% of total slurry)	32	32	32	32	30	30	30	30	31	31	31	31	31	31	31	32	32	32	32	32	32	0,105		0,002		0,17
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	0,600	0,030	0,005	0,005	0,02
	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	0,600		0,010		0,17
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	0,600	0,030	0,005	0,005	0,02
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	0,140		0,001		0,015
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	0,170		0,001		0,015
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	0,170		0,001		0,015
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	0,240		0,001		0,015
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	0,160		0,001		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	0,240		0,001		0,015
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	0,240		0,001		0,015
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	0,045		0,005		0,10
	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	0,600	0,014	0,005	0,005	0,02
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	0,600	0,014	0,005	0,005	0,02

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	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
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	0,600	0,014	0,005	0,005	0,02
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	0,280		0,005		0,02
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	0,280		0,005		0,02

Tabelle 326: Häufigkeitsverteilungen von Ausbringungsverfahren (in %) und 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	NH ₃ -N EF for application, kg NH ₃ -N per kg TAN applied
all cattle, 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	0,50
	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	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	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	0,35
	broadcast, incorporation < 8h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	0,40
	broadcast, incorporation < 12h	0	0	0	0	19	19	19	19	20	20	18	16	15	13	11	10	8	6	5	3	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	0,46
	broadcast, incorporation < 48h	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,50
	broadcast, vegetation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	5	6	8	9	11	12	14	15	17	0,50
	broadcast, grassland	45	45	45	45	43	43	43	43	41	41	42	42	42	42	42	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	0,46
	trailing hose, incorporation < 1 h	0	0	0	0	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	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	0,20
	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	0,24
	trailing hose, incorporation < 12h	0	0	0	0	8	8	8	8	8	8	7	7	6	5	5	4	3	2	2	1	0	0,30
	trailing hose, incorporation < 24h	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	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	0,46
	trailing hose, vegetation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	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	0,50
	trailing hose, grassland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	0,54
	trailing shoe	0	0	0	0	2	2	2	2	1	1	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	0,24
	grubber	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	0,05
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	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	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	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	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	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	0,90
	broadcast, vegetation	22	22	22	22	27	27	27	27	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	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	NH3-N EF for application, kg NH3-N per kg TAN applied
all pigs, 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	0,25
	broadcast, incorporation < 1 h	4	4	4	4	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	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	8	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	0,11
	broadcast, incorporation < 8h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	3	3	4	4	5	0,13
	broadcast, incorporation < 12h	0	0	0	0	27	27	27	27	27	27	25	22	20	18	15	13	10	8	6	3	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	0,21
	broadcast, incorporation < 48h	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25
	broadcast, vegetation	32	32	32	32	23	23	23	23	24	24	24	24	24	24	24	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	0,30
	trailing hose, without incorporation	1	1	1	1	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	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	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	0,08
	trailing hose, incorporation < 8h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	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	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	0,14
	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	0,17
	trailing hose, vegetation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	8	11	13	16	19	22	24	27	30	0,13
	trailing hose, short vegetation	1	1	1	1	8	8	8	8	9	9	8	7	6	5	5	4	3	2	2	1	0	0,25
	trailing hose, grassland	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	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	1	1	1	1	1	1	1	0,06
	grubber	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	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	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	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	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	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	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	0,90
	broadcast, vegetation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,90

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	NH3-N EF for application, kg NH3-N per kg TAN applied
all cattle and pigs, leachate	broadcast, without incorporation	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	45	41	36	32	27	23	18	14	9	5	0	0,20
	broadcast, incorporation < 1 h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	0,02
	broadcast, incorporation < 4h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	4	5	6	7	7	8	0,07
	broadcast, incorporation < 8h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	3	4	5	5	6	7	7	0,12
	broadcast, incorporation < 12h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	0,14
	broadcast, vegetation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	6	7	8	10	11	13	14	15	0,20
	broadcast, grassland	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	49	49	49	49	48	48	48	48	47	0,20
	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	0,18
	trailing hose, incorporation < 1 h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,01
	trailing hose, incorporation < 4h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0,05
	trailing hose, incorporation < 8h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0,09
	trailing hose, incorporation < 12h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,12
	trailing hose, vegetation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	0,15
	trailing hose, grassland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	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	0,08
	open slot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0,04
	grubber	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	0,02
laying hens, solid manure	broadcast, without incorporation	8	8	8	8	5	5	5	5	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	0,90
	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	0,00
	broadcast, incorporation < 4h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,18
	broadcast, incorporation < 12h	0	0	0	0	11	11	11	11	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	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	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	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	0,90

*) (horses, mules and asses, sheep, goats, buffalo)

Tabelle 327: Legehennen, haltungsspezifische partielle NH₃-Emissionsfaktoren

[in kg NH ₃ -N je ausgeschiedenem kg N]	≤ 2000	2001 - 2009	≥2010
Käfighaltung;			
ab 2010: Kleingruppenhaltung		0,164	0,066
Bodenhaltung, Voliere	0,351	lineare Interpolation	0,090
Intensive Auslaufhaltung, Freilandhaltung, ökologische Erzeugung		0.099	

Quelle: HAENEL et al., 2012

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, 1000m x 1000m und 2000m x 2000m 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 217603 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 1280m x 1280m 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 endet

Schritt 3

Nun erfolgt die Summierung aller Flächenwerte der Stichprobenpunkte pro Landnutzungs- bzw. Landnutzungsänderungskategorie pro Jahr innerhalb des Zeitraumes 1991 bis 2010.

Schritt 4

Anschließend muss 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.

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 vorläufige, 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).

Der im Rahmen dieser Inventur vorläufig ermittelte mittlere Kohlenstoffvorrat für Mineralböden bis 30 cm Tiefe beträgt derzeit $62,02 \text{ Mg ha}^{-1}$ ($37,2 - 92,9 \text{ Mg ha}^{-1}$) (vTI-WOI, mündliche Mitteilung, vergl. Kapitel 7.2.2.2).

Er liegt in dieser Größenordnung allen Berechnungen im Rahmen der Inventarerstellung zugrunde.

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 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 (Trockenrohichte, 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

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 328: 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 329.

Tabelle 329: 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:

$$C_{Min\ Acker} = \frac{(C_{Acker\ annuell} * A_{Acker\ annuell} + C_{Acker\ perennierend} * A_{Acker\ perennierend})}{A_{Acker\ annuell} + A_{Acker\ perennierend}}$$

C_{Min_Acker} : Mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat aller mineralischen Ackerböden Deutschlands [$Mg\ ha^{-1}$]

$C_{Acker\_annuell}$: Mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat aller mineralischen Ackerböden Deutschlands mit annuellen Kulturen [$Mg\ C\ ha^{-1}$]

$C_{Acker\_perennierend}$: Mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat aller mineralischen Ackerböden Deutschlands mit perennierenden Kulturen [$Mg\ C\ ha^{-1}$]

$A_{Acker\_annuell}$: Mineralbodenfläche Deutschlands unter Acker mit annuellen Kulturen [ha]

$A_{Acker\_perennierend}$: Mineralbodenfläche Deutschlands unter Acker mit perennierenden Kulturen [ha]

Tabelle 330 zeigt den mittleren Kohlenstoffvorrat für Mineralböden unter Acker, der allen diesbezüglichen Berechnungen im Inventar zugrunde liegt.

Tabelle 330: 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 i. e. S.“ 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 331.

Tabelle 331: 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 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 332 aufgeführt.

Tabelle 332: 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 [%]	
Terr. 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 206 und Tabelle 207 in Kapitel 7.1.5 dargestellt, die Emissionsfaktoren mit statistischen Kennwerten zur Beschreibung der Unsicherheiten in Tabelle 255 bzw. Tabelle 260 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}: $C_{\text{org-Gehalt}_{\text{maximum}}}$, $R_{\text{ohdichte}_{\text{maximum}}}$, $S_{\text{kelettgehalt}_{\text{minimum}}}$

LBA-Kohlenstoffvorrat_{minimum}: $C_{\text{org-Gehalt}_{\text{minimum}}}$, $R_{\text{ohdichte}_{\text{minimum}}}$, $S_{\text{kelettgehalt}_{\text{maximum}}}$

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 dezidiert mit einer deskriptiven Statistik hinterlegt. Aus dieser wurden die Werte für das 25%- bzw. 75%-Perzentil als untere und obere Schwellenwerte abgeleitet.

Die so ermittelten Unsicherheiten entsprechen in der Größenordnung nahezu denjenigen der Waldböden, die das Ergebnis einer Inventur und mit ca. 2.000 Profilen hinterlegt sind.

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 (in der Auswertung) (vgl. Kapitel 7.2.8.1)
- 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 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 (vgl. Kapitel 7.2.8.2).

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 45: Regressionsgleichung zur Abschätzung des mittleren Stammdurchmessers [cm] von Apfelbäumen in Abhängigkeit vom Baumalter [a]

$$S_{\text{mean Apfel}} = 19,1645 * (1 - e^{(-0,0357x)})$$

$S_{\text{mean Apfel}}$: 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 46: Regressionsgleichung zur Abschätzung des mittleren Stammdurchmessers [cm] von Kirsch- und Pflaumenbäumen in Abhängigkeit vom Baumalter [a]

$$S_{\text{mean Kirsche/Pflaume}} = 53,8165 * (1 - e^{(-0,0252x)})$$

$S_{\text{mean Kirsche/Pflaume}}$: Mittlerer Stammdurchmesser Kirsche/Pflaume [cm]

x: Baumalter [a]

Statistische Kennwerte:

$r^2 = 0,9486$

n = 9

p < 0,0001

Standardfehler der Schätzung = 1,2963 ± 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 47 (Apfel); Gleichung 49 (Kirsche/Pflaume)] und der Oberirdischen Biomasse [Gleichung 48 (Apfel); Gleichung 50 (Kirsche/Pflaume)] ableiten.

Gleichung 47: Regressionsgleichung zur Abschätzung des Kohlenstoffvorrates der gesamten Biomasse von Apfelbäumen in Abhängigkeit vom mittleren Stammdurchmesser

$$\ln C_{ges\ Apfel} = -2,1774 + 1,7565 * \ln x$$

In C_{ges_Apfel}: Logarithmus des Kohlenstoffvorrates der gesamten Apfelbaumbiomasse [kg Pflanze⁻¹]

In x: Logarithmus des mittleren Stammdurchmessers [cm]

Statistische Kennwerte:

r² = 0,8011

n = 90

p < 0,0001

Standardfehler der Schätzung = 0,1915

Gleichung 48: Regressionsgleichung zur Abschätzung des Kohlenstoffvorrates in der oberirdischen Biomasse von Apfelbäumen in Abhängigkeit vom mittleren Stammdurchmesser

$$\ln C_{above\ Apfel} = -2,7521 + 1,9533 * \ln x$$

In C_{above_Apfel}: Logarithmus des Kohlenstoffvorrates in den oberirdischen Pflanzen [kg Pflanze⁻¹]

In x: Logarithmus des mittleren Stammdurchmessers [cm]

Statistische Kennwerte:

r² = 0,9321

n = 90

p < 0,0001

Standardfehler der Schätzung = 0,1953

Gleichung 49: 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_KirschePflaume}: Kohlenstoffvorrat der gesamten Kirsch-/Pflaumenbaumbiomasse [kg Pflanze⁻¹]

x: Mittlerer Stammdurchmesser Kirsche/Pflaume [cm]

Statistische Kennwerte:

r² = 0,9608

n = 9

p < 0,0001

Standardfehler der Schätzung = 1,8582 (15 %)

Gleichung 50: Regressionsgleichung zur Abschätzung des Kohlenstoffvorrates in der oberirdischen Biomasse von Kirsch- und Pflaumenbäumen in Abhängigkeit vom mittleren Stammdurchmesser

$$C_{\text{above Kirsche/Pflaume}} = 0,0238 x^{2,3586}$$

$C_{\text{above Kirsche/Pflaume}}$: 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

Standardfehler der Schätzung = 2,025 (20,31 %)

Die Differenzen zwischen dem Kohlenstoffvorrat der gesamten Pflanze und ihren oberirdischen Teilen, ergibt den C-Wurzelvorrat gleichnamiger Arten (siehe Gleichung 51).

Gleichung 51: Abschätzung des Kohlenstoffvorrates in der Wurzelmasse gleichnamiger Obstgehölze

$$C_{\text{below}} = C_{\text{ges}} - C_{\text{above}}$$

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 333).

Tabelle 333: Ergebnisse der letzten Obstbaumvollerhebung 2007 durch das Statistische Bundesamt (STATISTISCHES BUNDESAMT 2007)

Altersklasse		Baumobst insgesamt	Äpfel	Birnen	Süßkirsche n	Sauerkirschen	Pflaumen, Zwetschen	Mirabellen, Reneklode n
<1	Fläche [ha]	6.337	2.610	558	1.669	569	561	89
	Anzahl [n]	77.908.784	1.959.650	374.357	349.898	309.888	174.950	25.268
01. Apr	Fläche [ha]	1.314	1.283	30	125	9	142	8
	Anzahl [n]	3.493.397	3.460.242	51.926	92.723	6.720	98.538	4.372
05. Sep	Fläche [ha]	7.403	5.159	252	859	330	713	90
	Anzahl [n]	15.410.632	13.645.705	466.895	563.239	234.410	452.011	48.372
Okt 14	Fläche [ha]	10.606	7.275	350	783	866	1.186	146
	Anzahl [n]	19.740.123	17.334.084	581.720	458.483	579.748	722.909	63.179
15-19	Fläche [ha]	10.321	7.603	454	763	372	1.057	71
	Anzahl [n]	19.602.081	17.527.552	831.342	322.364	260.231	632.286	28.306
20-24	Fläche [ha]	8.599	5.995	338	764	791	621	91
	Anzahl [n]	12.899.071	11.365.689	443.150	219.989	543.127	290.899	36.217
>25	Fläche [ha]	3.333	1.837	119	519	507	284	66
	Anzahl [n]	3.348.345	2.569.271	126.438	143.442	351.826	130.916	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 334: 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 335: 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 52.

Gleichung 52: Berechnung des Kohlenstoffvorrats 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]

$WC_{\emptyset}$: Durchschnittlicher Wassergehalt in Rebstöcken [Masse-%/100]

$C_{\emptyset}$: Durchschnittlicher Kohlenstoffgehalt in Rebstöcken [Masse-%/100]

Die Untersuchung der Weinstöcke erfolgte ohne das jährliche Schnittholz, welches vorher abgetrennt worden war und zur Untersuchung leider nicht zur Verfügung stand. Daher musste dessen Masse geschätzt werden. Pro Weinstock fallen nach WALG (2006) zwischen

0,7 – 1,4 kg Schnittholz an; Aufgrund dieser Angabe wird im deutschen Inventar mit einem mittleren Wert von 1 kg Frischholz gerechnet. Dies wurde für alle weiteren Berechnungen der oberirdischen Biomasse aller 74 Weinstöcke zugeschlagen (vgl. Gleichung 52).

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 336 entnommen werden.

Tabelle 336: 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	1,93 $\pm$ 0,07	0,54 $\pm$ 0,04	2,47 $\pm$ 0,10	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 337 dargestellt.

Tabelle 337: Ermittlung des flächengewichteten Kohlenstoffvorrates absolut [Mg] und flächenbezogen [Mg ha^{-1}] für Ackerlandgehölze in Deutschland (KV 2 $\pm$ Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)

Obstgehölze	Kohlenstoffvorrat in Mg			Kohlenstoffvorrat in Mg ha^{-1}			ha
	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	197.086	54.600	251.686	1,93	0,54	2,47	102.026
Summe	899.333	205.315	1.104.648				164.606
	$\pm$ 367.845	$\pm$ 67.349	$\pm$ 432.111				
Flächengewichtete Kohlenstoffvorratsraten für Nutzgehölze (KV 2)				5,46	1,25	6,71	
				$\pm$ 2,23	$\pm$ 0,41	$\pm$ 2,63	

Da in Deutschland perennierende Ackerkulturen immer mit Gras durchwachsen sind, berechnet sich der gesamte Biomassekohlenstoffvorrat pro Flächeneinheit für diese Flächen nach Gleichung 53:

Gleichung 53:

$$\text{C-Vorrat}_{\text{cro2}} = \text{C-Vorrat}_{\text{Obstgehölze}} + \text{Biomasse}_{\text{Grünland}} * 0,75$$

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 338 zeigt den Kohlenstoffvorrat für Flächen mit Ackerlandgehölzen.

Tabelle 338: Flächengewichteter Mischwert des Kohlenstoffvorrates [Mg ha^{-1}] für Ackerlandgehölzflächen in Deutschland ($\pm$ Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)

Gehölz	Kohlenstoffvorrat [Mg ha^{-1}]		
	Bio _{above}	Bio _{below}	Bio _{total}
Ackerlandgehölzflächen	11,73 $\pm$ 2,90	8,73 $\pm$ 2,24	2,99 $\pm$ 1,30

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. $\pm$ 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 definitionem zur Hälfte des 95 %- Konfidenzintervalls erklärt.

Die Ergebnisse der Unsicherheitenberechnung des deutschen LULUCF - Inventars sind für alle Pools und Subkategorien in Tabelle 339 dargestellt. Die Gesamtunsicherheit des deutschen LULUCF-Inventars beträgt demnach 21,78 %. Es wird deutlich, dass im Wesentlichen zwei Pools einen wesentlichen Beitrag zu den Gesamtemissionen und der Gesamtunsicherheit im LULUCF-Inventar leisten. Zum einen ist es die Biomasse im Zusammenhang mit den Forsten, hauptsächlich in der Kategorie Wald bleibt Wald, als Senke; zum anderen und zum größeren Teil sind es die Emissionen aus den organischen Böden im Acker- und Grünlandbereich, als Quelle. Lediglich die Emissionen/Einbindung mit/in die Biomasse aus der Subkategorie Gehölzgrünland sind wahrnehmbar. Alle anderen Pools und Kategorien haben marginalen Einfluss.

Tabelle 339: 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	Gas	Base year emissions [CO ₂ -eq.]	Year 2010 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 2010	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
		Gg CO ₂ -Eq. a ⁻¹	Gg CO ₂ -Eq. a ⁻¹	%	%	%	%	%	%	%	%	%
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	Mineralischer Boden	CO ₂	0,00	0,00	1,34	40,03	40,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	Organischer Boden	CO ₂	497,30	558,93	1,34	180,88	180,89	1,315	0,002	0,004	0,368	0,008
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	EF Biomasse	CO ₂	-63110,69	-16507,06	1,34	59,38	59,40	12,756	0,168	0,129	9,956	0,244
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	EF Streu	CO ₂	0,00	0,00	1,34	59,38	59,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	EF Totholz	CO ₂	-3507,86	-3638,50	1,34	64,22	64,23	3,041	0,012	0,028	0,769	0,054
5.A.2.1 Cropland converted to Forest Land	Mineralischer Boden	CO ₂	-63,61	-43,18	8,02	35,45	36,34	0,020	0,000	0,000	0,001	0,004
5.A.2.1 Cropland converted to Forest Land	Organischer Boden	CO ₂	14,25	9,67	8,02	48,25	48,91	0,006	0,000	0,000	0,000	0,001
5.A.2.1 Cropland converted to Forest Land	EF Biomasse	CO ₂	-3112,88	-1833,60	8,02	19,39	20,99	0,501	0,000	0,014	0,005	0,162
5.A.2.1 Cropland converted to Forest Land	EF Streu	CO ₂	-318,38	-206,40	8,02	59,38	59,92	0,161	0,000	0,002	0,007	0,018
5.A.2.1 Cropland converted to Forest Land	EF Totholz	CO ₂	0,00	0,00	8,02	0,00	8,02	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.A.2.2 Grassland 1 converted to Forest Land	Mineralischer Boden	CO ₂	667,08	391,78	9,66	48,57	49,52	0,252	0,000	0,003	0,003	0,042
5.A.2.2 Grassland 1 converted to Forest Land	Organischer Boden	CO ₂	32,75	19,28	9,66	49,05	49,99	0,013	0,000	0,000	0,000	0,002
5.A.2.2 Grassland 1 converted to Forest Land	EF Biomasse	CO ₂	-3112,88	-2440,26	9,66	20,21	22,40	0,711	0,004	0,019	0,090	0,260
5.A.2.2 Grassland 1 converted to Forest Land	EF Streu	CO ₂	-492,88	-274,49	9,66	59,38	60,16	0,215	0,000	0,002	0,010	0,029
5.A.2.2 Grassland 1 converted to Forest Land	EF Totholz	CO ₂	0,00	0,00	9,66	0,00	9,66	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.A.2.2 Grassland 2 converted to Forest Land	Mineralischer Boden	CO ₂	204,51	111,52	12,37	50,52	52,02	0,075	0,000	0,001	0,004	0,015
5.A.2.2 Grassland 2 converted to Forest Land	Organischer Boden	CO ₂	9,20	5,02	12,37	180,88	181,31	0,012	0,000	0,000	0,001	0,001
5.A.2.2 Grassland 2 converted to Forest Land	EF Biomasse	CO ₂	-689,64	-851,89	12,37	189,91	190,31	2,109	0,003	0,007	0,650	0,116
5.A.2.2 Grassland 2 converted to Forest Land	EF Streu	CO ₂	-184,57	-96,11	12,37	59,38	60,66	0,076	0,000	0,001	0,007	0,013
5.A.2.2 Grassland 2 converted to Forest Land	EF Totholz	CO ₂	0,00	0,00	12,37	0,00	12,37	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.A.2.3 Wetlands 1 converted to Forest Land	Mineralischer Boden	CO ₂	31,03	16,40	31,88	36,47	48,44	0,010	0,000	0,000	0,001	0,006
5.A.2.3 Wetlands 1 converted to Forest Land	Organischer Boden	CO ₂	34,37	18,17	31,88	180,88	183,67	0,043	0,000	0,000	0,003	0,006
5.A.2.3 Wetlands 1 converted to Forest Land	EF Biomasse	CO ₂	-322,22	-224,56	31,88	132,87	136,64	0,399	0,000	0,002	0,032	0,079
5.A.2.3 Wetlands 1 converted to Forest Land	EF Streu	CO ₂	-49,68	-25,08	31,88	59,38	67,40	0,022	0,000	0,000	0,002	0,009
5.A.2.3 Wetlands 1 converted to Forest Land	EF Totholz	CO ₂	0,00	0,00	31,88	0,00	31,88	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.A.2.3 Wetlands 2 converted to Forest Land	Mineralischer Boden	CO ₂	0,00	0,00	62,75	49,77	80,09	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.A.2.3 Wetlands 2 converted to Forest Land	Organischer Boden	CO ₂	0,30	0,18	62,75	180,88	191,46	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.A.2.3 Wetlands 2 converted to Forest Land	EF Biomasse	CO ₂	-27,36	-16,72	62,75	56,36	84,34	0,018	0,000	0,000	0,000	0,012
5.A.2.3 Wetlands 2 converted to Forest Land	EF Streu	CO ₂	-3,20	-1,87	62,75	59,38	86,39	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001
5.A.2.3 Wetlands 2 converted to Forest Land	EF Totholz	CO ₂	0,00	0,00	62,75	0,00	62,75	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

A		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Source category		Gas	Base year	Year 2010	Activity data	Emission	Combined	Combined	Type A	Type B	Uncertainty	Uncertainty	Uncertainty
			emissions	emissions	uncertainty	factor	uncertainty	uncertainty			in trend in	in trend in	introduced
			[CO ₂ - eq.]	[CO ₂ - eq.]	(half the 95% confidence interval)	uncertainty (half the 95% confidence interval)	(half the 95% confidence interval)	as % of total national emissions in year 2010			emissions introduced by emission factor uncertainty	emissions introduced by activity data uncertainty	into the trend in total national emissions
			Gg CO ₂ -Eq. a ⁻¹	Gg CO ₂ -Eq. a ⁻¹	%	%	%	%	%	%	%	%	%
5.A.2.4 Settlements converted to Forest Land	Mineralischer Boden	CO2	-43,68	-27,79	17,79	48,58	51,73	0,019	0,000	0,000	0,001	0,005	0,005
5.A.2.4 Settlements converted to Forest Land	Organischer Boden	CO2	5,20	3,30	17,79	49,05	52,18	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
5.A.2.4 Settlements converted to Forest Land	EF Biomasse	CO2	-932,57	-697,20	17,79	137,25	138,40	1,255	0,001	0,005	0,147	0,137	0,201
5.A.2.4 Settlements converted to Forest Land	EF Streu	CO2	-130,00	-78,97	17,79	59,38	61,99	0,064	0,000	0,001	0,000	0,016	0,016
5.A.2.4 Settlements converted to Forest Land	EF Totholz	CO2	0,00	0,00	17,79	0,00	17,79	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.A.2.5 Other Land converted to Forest Land	Mineralischer Boden	CO2	-3,43	-4,01	53,65	51,14	74,12	0,004	0,000	0,000	0,001	0,002	0,002
5.A.2.5 Other Land converted to Forest Land	Organischer Boden	CO2	0,18	0,20	53,65	180,88	188,67	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.A.2.5 Other Land converted to Forest Land	EF Biomasse	CO2	-45,40	-52,96	53,65	50,00	73,34	0,051	0,000	0,000	0,010	0,031	0,033
5.A.2.5 Other Land converted to Forest Land	EF Streu	CO2	-5,31	-5,92	53,65	59,38	80,03	0,006	0,000	0,000	0,001	0,004	0,004
5.A.2.5 Other Land converted to Forest Land	EF Totholz	CO2	0,00	0,00	53,65	0,00	53,65	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.B.1 Cropland remaining Cropland	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,54	32,99	33,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.B.1 Cropland remaining Cropland	Organischer Boden	CO2	22255,68	23381,36	0,54	50,00	50,00	15,211	0,078	0,183	3,907	0,140	3,909
5.B.1 Cropland remaining Cropland	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	0,54	7,86	7,88	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.B.2.1 Forest Land converted to Cropland	Mineralischer Boden	CO2	30,46	16,10	8,02	24,85	26,11	0,005	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
5.B.2.1 Forest Land converted to Cropland	Organischer Boden	CO2	176,03	93,03	8,02	47,38	48,06	0,058	0,000	0,001	0,005	0,008	0,009
5.B.2.1 Forest Land converted to Cropland	EF Biomasse	CO2	460,26	9,33	8,02	28,39	29,50	0,004	0,002	0,000	0,059	0,001	0,059
5.B.2.1 Forest Land converted to Cropland	EF DOM	CO2	335,69	8,02	8,02	55,65	56,23	0,006	0,002	0,000	0,084	0,001	0,084
5.B.2.1 Forest Land converted to Cropland	N2O	CO2-Eq.	0,03	0,01	8,02	87,50	87,87	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.B.2.2 Grasland 1 converted to Cropland	Mineralischer Boden	CO2	1245,45	1257,99	5,59	49,10	49,41	0,809	0,004	0,010	0,196	0,078	0,211
5.B.2.2 Grasland 1 converted to Cropland	Organischer Boden	CO2	1122,86	1134,17	5,59	37,76	38,17	0,563	0,004	0,009	0,136	0,070	0,153
5.B.2.2 Grasland 1 converted to Cropland	EF Biomasse	CO2	44,15	-12,38	5,59	12,66	13,84	0,002	0,000	0,000	0,004	0,001	0,004
5.B.2.2 Grasland 1 converted to Cropland	N2O	CO2-Eq.	1,23	1,24	5,59	93,86	94,03	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.B.2.2 Grasland 2 converted to Cropland	Mineralischer Boden	CO2	237,62	134,48	14,63	51,10	53,15	0,093	0,000	0,001	0,003	0,022	0,022
5.B.2.2 Grasland 2 converted to Cropland	Organischer Boden	CO2	120,99	68,48	14,63	47,38	49,59	0,044	0,000	0,001	0,002	0,011	0,011
5.B.2.2 Grasland 2 converted to Cropland	EF Biomasse	CO2	760,34	102,34	14,63	171,34	171,96	0,229	0,003	0,001	0,474	0,017	0,474
5.B.2.2 Grasland 2 converted to Cropland	N2O	CO2-Eq.	0,24	0,14	14,63	94,93	96,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

A	B		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Source category	Gas	Base year	Year 2010	Activity data	Emission	Combined	Combined	Type A	Type B	Uncertainty	Uncertainty	Uncertainty	
		emissions	emissions	uncertainty	factor	uncertainty	uncertainty						
		[CO ₂ - eq.]	[CO ₂ - eq.]	(half the 95% confidence interval)	uncertainty (half the 95% confidence interval)	(half the 95% confidence interval)	as % of total national emissions in year 2010						
		Gg CO ₂ -Eq. a ⁻¹	Gg CO ₂ -Eq. a ⁻¹	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
5.B.2.3 Wetlands 1 converted to Cropland	Mineralischer Boden	CO2	6,74	3,66	69,05	36,76	78,23	0,004	0,000	0,000	0,000	0,003	0,003
5.B.2.3 Wetlands 1 converted to Cropland	Organischer Boden	CO2	79,12	42,99	69,05	50,00	85,25	0,048	0,000	0,000	0,002	0,033	0,033
5.B.2.3 Wetlands 1 converted to Cropland	EF Biomasse	CO2	11,72	-0,00	69,05	113,43	132,80	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,006
5.B.2.3 Wetlands 1 converted to Cropland	N2O	CO2-Eq.	0,01	0,00	69,00	88,04	111,86	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.B.2.3 Wetlands 2 converted to Cropland	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	69,00	50,50	85,51	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.B.2.3 Wetlands 2 converted to Cropland	Organischer Boden	CO2	3,43	3,00	69,00	50,00	85,21	0,003	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002
5.B.2.3 Wetlands 2 converted to Cropland	EF Biomasse	CO2	-1,79	0,00	69,00	7,86	69,45	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.B.2.3 Wetlands 2 converted to Cropland	N2O	CO2-Eq.	0,00	0,00	69,00	0,00	69,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.B.2.4 Settlements converted to Cropland	Mineralischer Boden	CO2	-34,37	-23,66	11,39	49,15	50,46	0,016	0,000	0,000	0,001	0,003	0,003
5.B.2.4 Settlements converted to Cropland	Organischer Boden	CO2	548,00	377,26	11,39	37,76	39,44	0,194	0,000	0,003	0,014	0,047	0,050
5.B.2.4 Settlements converted to Cropland	EF Biomasse	CO2	201,75	36,70	11,39	112,86	113,43	0,054	0,001	0,000	0,074	0,005	0,074
5.B.2.4 Settlements converted to Cropland	N2O	CO2-Eq.	0,00	0,00	11,39	0,00	11,39	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.B.2.5 Other Land converted to Cropland	Mineralischer Boden	CO2	-1,49	-0,75	73,58	51,78	89,97	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
5.B.2.5 Other Land converted to Cropland	Organischer Boden	CO2	6,49	3,25	73,58	50,00	88,96	0,004	0,000	0,000	0,000	0,003	0,003
5.B.2.5 Other Land converted to Cropland	EF Biomasse	CO2	-2,24	0,00	73,58	7,86	74,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.B.2.5 Other Land converted to Cropland	N2O	CO2-Eq.	0,00	0,00	73,58	0,00	73,58	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Kalkung		CO2	1158,93	1638,09	3,54	0,00	3,54	0,075	0,007	0,013	0,000	0,064	0,064
5.C.1 Grassland remaining Grassland	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	1,76	45,93	45,97	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.C.1 Grassland remaining Grassland	Organischer Boden	CO2	11169,08	10764,63	1,76	50,00	50,03	7,007	0,032	0,084	1,584	0,210	1,598
5.C.1 Grassland remaining Grassland	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	1,76	24,69	24,75	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.C.2.1 Forest Land converted to Grassland	Mineralischer Boden	CO2	-204,94	-134,09	13,58	51,78	53,53	0,093	0,000	0,001	0,004	0,020	0,021
5.C.2.1 Forest Land converted to Grassland	Organischer Boden	CO2	88,76	58,07	13,58	45,33	47,32	0,036	0,000	0,000	0,002	0,009	0,009
5.C.2.1 Forest Land converted to Grassland	EF Biomasse	CO2	399,92	13,99	13,58	28,94	31,96	0,006	0,002	0,000	0,051	0,002	0,051
5.C.2.1 Forest Land converted to Grassland	EF DOM	CO2	297,65	11,84	13,58	55,65	57,28	0,009	0,001	0,000	0,072	0,002	0,072
5.C.2.2 Cropland converted to Grassland	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	47,36	47,36	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.C.2.2 Cropland converted to Grassland	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	37,76	37,76	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.C.2.2 Cropland converted to Grassland	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	0,00	12,66	12,66	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.C.2.25 Grasland 2 converted to Grasland	Mineralischer Boden	CO2	-62,52	-50,85	13,23	92,86	93,80	0,062	0,000	0,000	0,010	0,007	0,012
5.C.2.25 Grasland 2 converted to Grasland	Organischer Boden	CO2	66,55	54,13	13,23	45,33	47,22	0,033	0,000	0,000	0,005	0,008	0,009
5.C.2.25 Grasland 2 converted to Grasland	EF Biomasse	CO2	619,12	155,33	13,23	172,60	173,11	0,350	0,002	0,001	0,291	0,023	0,292
5.C.2.3 Wetlands 1 converted to Grassland	Mineralischer Boden	CO2	-4,67	-2,96	42,04	62,80	75,58	0,003	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
5.C.2.3 Wetlands 1 converted to Grassland	Organischer Boden	CO2	109,53	69,46	42,04	50,00	65,33	0,059	0,000	0,001	0,001	0,032	0,032
5.C.2.3 Wetlands 1 converted to Grassland	EF Biomasse	CO2	32,77	-0,00	42,04	115,22	122,65	0,000	0,000	0,000	0,018	0,000	0,018

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Source category	Gas	Base year emissions [CO ₂ -eq.]	Year 2010 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 2010	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
		Gg CO ₂ -Eq. a ⁻¹	Gg CO ₂ -Eq. a ⁻¹	%	%	%	%	%	%	%	%	%
5.C.2.3 Wetlands 2 converted to Grassland	Mineralischer Boden	CO ₂	0,00	0,00	32,04	43,90	54,35	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.C.2.3 Wetlands 2 converted to Grassland	Organischer Boden	CO ₂	12,97	20,54	32,04	50,00	59,38	0,016	0,000	0,000	0,005	0,007
5.C.2.3 Wetlands 2 converted to Grassland	EF Biomasse	CO ₂	-7,35	-7,35	32,04	24,69	40,45	0,004	0,000	0,000	0,001	0,003
5.C.2.4 Settlements converted to Grassland	Mineralischer Boden	CO ₂	-372,04	-437,32	9,76	59,67	60,46	0,344	0,002	0,003	0,100	0,047
5.C.2.4 Settlements converted to Grassland	Organischer Boden	CO ₂	138,92	163,30	9,76	37,76	39,00	0,083	0,001	0,001	0,024	0,018
5.C.2.4 Settlements converted to Grassland	EF Biomasse	CO ₂	141,38	139,00	9,76	115,29	115,70	0,209	0,000	0,001	0,049	0,015
5.C.2.5 Other Land converted to Grassland	Mineralischer Boden	CO ₂	-64,19	-53,87	31,55	83,27	89,05	0,062	0,000	0,000	0,010	0,019
5.C.2.5 Other Land converted to Grassland	Organischer Boden	CO ₂	12,72	10,67	31,55	50,00	59,12	0,008	0,000	0,000	0,001	0,004
5.C.2.5 Other Land converted to Grassland	EF Biomasse	CO ₂	-20,51	-7,35	31,55	24,69	40,06	0,004	0,000	0,000	0,001	0,003
5.C.1 Grassland 2 remaining Grassland 2	Mineralischer Boden	CO ₂	0,00	0,00	5,81	42,94	43,33	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.C.1 Grassland 2 remaining Grassland 2	Organischer Boden	CO ₂	33,08	35,91	5,81	50,00	50,34	0,024	0,000	0,000	0,006	0,002
5.C.1 Grassland 2 remaining Grassland 2	EF Biomasse	CO ₂	0,00	0,00	5,81	197,28	197,37	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.C.2.1 Forest Land converted to Grassland 2	Mineralischer Boden	CO ₂	-149,48	-83,23	15,27	49,10	51,41	0,056	0,000	0,001	0,002	0,014
5.C.2.1 Forest Land converted to Grassland 2	Organischer Boden	CO ₂	13,96	7,77	15,27	63,95	65,75	0,007	0,000	0,000	0,000	0,001
5.C.2.1 Forest Land converted to Grassland 2	EF Biomasse	CO ₂	-174,58	-20,71	15,27	117,00	117,99	0,032	0,001	0,000	0,077	0,003
5.C.2.1 Forest Land converted to Grassland 2	EF DOM	CO ₂	302,63	31,77	15,27	55,65	57,71	0,024	0,001	0,000	0,065	0,005
5.C.2.2 Cropland converted to Grassland 2	Mineralischer Boden	CO ₂	-114,24	-264,49	9,47	51,10	51,97	0,179	0,002	0,002	0,078	0,028
5.C.2.2 Cropland converted to Grassland 2	Organischer Boden	CO ₂	3,74	8,67	9,47	47,38	48,32	0,005	0,000	0,000	0,002	0,001
5.C.2.2 Cropland converted to Grassland 2	EF Biomasse	CO ₂	-365,99	-979,53	9,47	171,34	171,60	2,187	0,006	0,008	1,017	0,102
5.C.2.25 Grasland converted to Grasland 2	Mineralischer Boden	CO ₂	13,45	33,25	14,76	77,87	79,26	0,034	0,000	0,000	0,015	0,005
5.C.2.25 Grasland converted to Grasland 2	Organischer Boden	CO ₂	1,74	4,30	14,76	45,33	47,67	0,003	0,000	0,000	0,001	0,001
5.C.2.25 Grasland converted to Grasland 2	EF Biomasse	CO ₂	-132,59	-287,57	14,76	172,60	173,23	0,648	0,002	0,002	0,280	0,047
5.C.2.3 Wetlands 1 converted to Grassland 2	Mineralischer Boden	CO ₂	0,08	0,04	146,88	62,80	159,75	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.C.2.3 Wetlands 1 converted to Grassland 2	Organischer Boden	CO ₂	0,24	0,12	146,88	90,44	172,49	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.C.2.3 Wetlands 1 converted to Grassland 2	EF Biomasse	CO ₂	-2,94	0,00	146,88	122,65	191,35	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
5.C.2.3 Wetlands 2 converted to Grassland 2	Mineralischer Boden	CO ₂	0,00	0,00	80,46	43,24	91,34	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.C.2.3 Wetlands 2 converted to Grassland 2	Organischer Boden	CO ₂	0,15	0,13	80,46	90,44	121,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.C.2.3 Wetlands 2 converted to Grassland 2	EF Biomasse	CO ₂	-6,86	-17,18	80,46	197,28	213,06	0,048	0,000	0,000	0,020	0,015
5.C.2.4 Settlements converted to Grassland 2	Mineralischer Boden	CO ₂	-55,65	-73,67	20,94	59,67	63,24	0,061	0,000	0,001	0,019	0,017
5.C.2.4 Settlements converted to Grassland 2	Organischer Boden	CO ₂	2,13	2,82	20,94	45,33	49,93	0,002	0,000	0,000	0,001	0,001
5.C.2.4 Settlements converted to Grassland 2	EF Biomasse	CO ₂	-133,20	-115,87	20,94	158,15	159,53	0,240	0,000	0,001	0,044	0,027

A		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Source category		Gas	Base year	Year 2010	Activity data	Emission	Combined	Combined	Type A	Type B	Uncertainty	Uncertainty	Uncertainty
			emissions	emissions	uncertainty	factor	uncertainty	uncertainty			in trend in	in trend in	introduced
			[CO ₂ - eq.]	[CO ₂ - eq.]	(half the 95% confidence interval)	uncertainty (half the 95% confidence interval)	(half the 95% confidence interval)	as % of total national emissions in year 2010			emissions introduced by emission factor uncertainty	emissions introduced by activity data uncertainty	into the trend in total national emissions
			Gg CO ₂ -Eq. a ⁻¹	Gg CO ₂ -Eq. a ⁻¹	%	%	%	%	%	%	%	%	%
5.C.2.5 Other Land converted to Grassland 2	Mineralischer Boden	CO2	-7,90	-7,59	65,46	56,92	86,74	0,009	0,000	0,000	0,001	0,005	0,006
5.C.2.5 Other Land converted to Grassland 2	Organischer Boden	CO2	0,35	0,34	65,46	90,44	111,64	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.C.2.5 Other Land converted to Grassland 2	EF Biomasse	CO2	-22,33	-0,00	65,46	197,28	207,86	0,000	0,000	0,000	0,021	0,000	0,021
5.D.1 Wetlands 1 remaining Wetlands 1	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	20,89	43,85	48,57	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.1 Wetlands 1 remaining Wetlands 1	Organischer Boden	CO2	2055,19	2005,60	20,89	39,87	45,01	1,174	0,006	0,016	0,240	0,463	0,521
5.D.1 Wetlands 1 remaining Wetlands 1	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	20,89	153,47	154,88	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.1 Forest Land converted to Wetlands 1	Mineralischer Boden	CO2	-4,56	-3,09	72,48	0,00	72,48	0,003	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002
5.D.2.1 Forest Land converted to Wetlands 1	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	72,48	90,44	115,90	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.1 Forest Land converted to Wetlands 1	EF Biomasse	CO2	7,60	0,00	72,48	62,15	95,48	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,002
5.D.2.1 Forest Land converted to Wetlands 1	EF DOM	CO2	10,75	0,00	72,48	55,65	91,38	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,003
5.D.2.2 Cropland converted to Wetlands 1	Mineralischer Boden	CO2	-3,54	-3,01	60,22	47,63	76,78	0,003	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002
5.D.2.2 Cropland converted to Wetlands 1	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	60,22	50,00	78,28	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.2 Cropland converted to Wetlands 1	EF Biomasse	CO2	-5,10	0,00	60,22	113,43	128,43	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,003
5.D.2.3 Grassland 1 converted to Wetlands 1	Mineralischer Boden	CO2	0,95	2,79	33,95	0,00	33,95	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
5.D.2.3 Grassland 1 converted to Wetlands 1	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	33,95	50,00	60,44	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.3 Grassland 1 converted to Wetlands 1	EF Biomasse	CO2	-6,84	-19,59	33,95	115,22	120,12	0,031	0,000	0,000	0,014	0,007	0,016
5.D.2.3 Grassland 2 converted to Wetlands 1	Mineralischer Boden	CO2	-0,08	-0,06	109,99	0,00	109,99	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.3 Grassland 2 converted to Wetlands 1	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	109,99	90,44	142,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.3 Grassland 2 converted to Wetlands 1	EF Biomasse	CO2	4,88	-0,00	109,99	122,65	164,74	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,003
5.D.2.35 Wetlands 2 converted to Wetlands 1	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	146,69	0,00	146,69	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.35 Wetlands 2 converted to Wetlands 1	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	146,69	0,00	146,69	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.35 Wetlands 2 converted to Wetlands 1	EF Biomasse	CO2	-2,20	-0,00	146,69	153,47	212,29	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,002
5.D.2.4 Settlements converted to Wetlands 1	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.4 Settlements converted to Wetlands 1	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	50,00	50,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.4 Settlements converted to Wetlands 1	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	0,00	115,09	115,09	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.5 Other Land converted to Wetlands 1	Mineralischer Boden	CO2	-0,86	-0,43	110,49	0,00	110,49	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
5.D.2.5 Other Land converted to Wetlands 1	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	110,49	0,00	110,49	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.5 Other Land converted to Wetlands 1	EF Biomasse	CO2	-2,93	-0,00	110,49	153,47	189,10	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,002
5.D.1 Wetlands 2 remaining Wetlands 2	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	6,19	0,00	6,19	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.1 Wetlands 2 remaining Wetlands 2	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	6,19	0,00	6,19	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.1 Wetlands 2 remaining Wetlands 2	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	6,19	0,00	6,19	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Source category	Gas	Base year emissions [CO ₂ -eq.]	Year 2010 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 2010	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
		Gg CO ₂ -Eq. a ⁻¹	Gg CO ₂ -Eq. a ⁻¹	%	%	%	%	%	%	%	%	%
5.D.2.1 Forest Land converted to Wetlands 2	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	44,31	1,52	44,34	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.1 Forest Land converted to Wetlands 2	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	44,31	90,44	100,71	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.1 Forest Land converted to Wetlands 2	EF Biomasse	CO2	45,95	0,00	44,31	34,50	56,16	0,000	0,000	0,000	0,007	0,007
5.D.2.1 Forest Land converted to Wetlands 2	EF DOM	CO2	27,64	0,00	44,31	55,65	71,14	0,000	0,000	0,000	0,007	0,007
5.D.2.2 Cropland converted to Wetlands 2	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	21,09	50,50	54,73	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.2 Cropland converted to Wetlands 2	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	21,09	50,00	54,27	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.2 Cropland converted to Wetlands 2	EF Biomasse	CO2	28,43	29,81	21,09	7,86	22,51	0,009	0,000	0,000	0,001	0,007
5.D.2.3 Grassland 1 converted to Wetlands 2	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	27,45	77,87	82,56	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.3 Grassland 1 converted to Wetlands 2	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	27,45	50,00	57,04	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.3 Grassland 1 converted to Wetlands 2	EF Biomasse	CO2	13,44	35,51	27,45	24,69	36,92	0,017	0,000	0,000	0,005	0,011
5.D.2.3 Grassland 2 converted to Wetlands 2	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	55,85	83,27	100,27	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.3 Grassland 2 converted to Wetlands 2	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	55,85	90,44	106,30	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.3 Grassland 2 converted to Wetlands 2	EF Biomasse	CO2	30,80	42,88	55,85	197,28	205,03	0,114	0,000	0,000	0,038	0,026
5.D.2.35 Wetlands 1 converted to Wetlands 2	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	76,95	52,48	93,14	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.35 Wetlands 1 converted to Wetlands 2	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	76,95	0,00	76,95	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.35 Wetlands 1 converted to Wetlands 2	EF Biomasse	CO2	8,77	-0,00	76,95	153,47	171,68	0,000	0,000	0,000	0,006	0,006
5.D.2.4 Settlements converted to Wetlands 2	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	29,98	84,97	90,10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.4 Settlements converted to Wetlands 2	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	29,98	50,00	58,30	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.4 Settlements converted to Wetlands 2	EF Biomasse	CO2	40,11	66,07	29,98	172,60	175,19	0,151	0,000	0,001	0,057	0,022
5.D.2.5 Other Land converted to Wetlands 2	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	139,34	92,86	167,45	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.5 Other Land converted to Wetlands 2	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	139,34	0,00	139,34	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.5 Other Land converted to Wetlands 2	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	139,34	0,00	139,34	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.E.1 Settlements remaining Settlements	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	2,82	45,11	45,20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.E.1 Settlements remaining Settlements	Organischer Boden	CO2	1964,47	2016,45	2,82	50,00	50,08	1,314	0,007	0,016	0,327	0,063
5.E.1 Settlements remaining Settlements	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	2,82	172,60	172,62	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.E.2.1 Forest Land converted to Settlements	Mineralischer Boden	CO2	29,66	20,03	18,75	36,76	41,26	0,011	0,000	0,000	0,001	0,004
5.E.2.1 Forest Land converted to Settlements	Organischer Boden	CO2	21,52	14,53	18,75	45,33	49,05	0,009	0,000	0,000	0,001	0,003
5.E.2.1 Forest Land converted to Settlements	EF Biomasse	CO2	194,71	28,16	18,75	55,76	58,83	0,022	0,001	0,000	0,039	0,006
5.E.2.1 Forest Land converted to Settlements	EF DOM	CO2	189,80	32,07	18,75	55,65	58,72	0,025	0,001	0,000	0,036	0,007
5.E.2.2 Cropland converted to Settlements	Mineralischer Boden	CO2	83,66	136,66	5,49	47,63	47,95	0,085	0,001	0,001	0,032	0,008
5.E.2.2 Cropland converted to Settlements	Organischer Boden	CO2	155,07	253,30	5,49	37,76	38,16	0,126	0,001	0,002	0,047	0,015
5.E.2.2 Cropland converted to Settlements	EF Biomasse	CO2	-458,41	-635,84	5,49	113,43	113,56	0,939	0,003	0,005	0,319	0,039

A		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Source category		Gas	Base year	Year 2010	Activity data	Emission	Combined	Combined	Type A	Type B	Uncertainty	Uncertainty	Uncertainty
			emissions	emissions	uncertainty	factor	uncertainty	uncertainty			in trend in	in trend in	introduced
			[CO ₂ - eq.]	[CO ₂ - eq.]	(half the 95% confidence interval)	uncertainty (half the 95% confidence interval)	(half the 95% confidence interval)	as % of total national emissions in year 2010			emissions introduced by emission factor uncertainty	emissions introduced by activity data uncertainty	into the trend in total national emissions
			Gg CO ₂ -Eq. a ⁻¹	Gg CO ₂ -Eq. a ⁻¹	%	%	%	%	%	%	%	%	%
5.E.2.3 Grassland 1 converted to Settlements	Mineralischer Boden	CO2	259,08	372,95	11,10	49,10	50,34	0,244	0,002	0,003	0,083	0,046	0,095
5.E.2.3 Grassland 1 converted to Settlements	Organischer Boden	CO2	55,57	80,00	11,10	37,76	39,36	0,041	0,000	0,001	0,014	0,010	0,017
5.E.2.3 Grassland 1 converted to Settlements	EF Biomasse	CO2	-95,71	-91,17	11,10	115,29	115,82	0,137	0,000	0,001	0,030	0,011	0,032
5.E.2.3 Grassland 2 converted to Settlements	Mineralischer Boden	CO2	37,89	50,99	28,08	52,48	59,52	0,039	0,000	0,000	0,012	0,016	0,020
5.E.2.3 Grassland 2 converted to Settlements	Organischer Boden	CO2	5,87	7,90	28,08	45,33	53,32	0,005	0,000	0,000	0,002	0,002	0,003
5.E.2.3 Grassland 2 converted to Settlements	EF Biomasse	CO2	89,08	134,33	28,08	158,15	160,63	0,281	0,001	0,001	0,100	0,042	0,108
5.E.2.4 Wetlands 1 converted to Settlements	Mineralischer Boden	CO2	9,23	5,47	49,19	49,85	70,03	0,005	0,000	0,000	0,000	0,003	0,003
5.E.2.4 Wetlands 1 converted to Settlements	Organischer Boden	CO2	213,97	126,97	49,19	50,00	70,14	0,116	0,000	0,001	0,001	0,069	0,069
5.E.2.4 Wetlands 1 converted to Settlements	EF Biomasse	CO2	18,31	0,00	49,19	115,09	125,16	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,010
5.E.2.4 Wetlands 2 converted to Settlements	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	83,66	28,56	88,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.E.2.4 Wetlands 2 converted to Settlements	Organischer Boden	CO2	3,20	2,05	83,66	50,00	97,46	0,003	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002
5.E.2.4 Wetlands 2 converted to Settlements	EF Biomasse	CO2	-10,45	0,00	83,66	172,60	191,81	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,008
5.E.2.5 Other Land converted to Settlements	Mineralischer Boden	CO2	-3,00	-1,83	110,49	47,36	120,21	0,003	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002
5.E.2.5 Other Land converted to Settlements	Organischer Boden	CO2	1,30	0,79	110,49	50,00	121,28	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
5.E.2.5 Other Land converted to Settlements	EF Biomasse	CO2	-13,20	-2,45	110,49	172,60	204,94	0,007	0,000	0,000	0,007	0,003	0,008
5.F.1 Other Land remaining Other Land	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	23,93	44,56	50,58	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.F.1 Other Land remaining Other Land	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	23,93	0,00	23,93	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.F.1 Other Land remaining Other Land	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	23,93	0,00	23,93	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.F.2.1 Forest Land converted to Other Land	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	49,15	49,15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.F.2.1 Forest Land converted to Other Land	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.F.2.1 Forest Land converted to Other Land	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.F.2.1 Forest Land converted to Other Land	EF DOM	CO2	0,00	0,00	0,00	55,65	55,65	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.F.2.2 Cropland converted to Other Land	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	49,85	49,85	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.F.2.2 Cropland converted to Other Land	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.F.2.2 Cropland converted to Other Land	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.F.2.3 Grassland 1 converted to Other Land	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	59,71	59,71	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.F.2.3 Grassland 1 converted to Other Land	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.F.2.3 Grassland 1 converted to Other Land	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.F.2.3 Grassland 2 converted to Other Land	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	84,97	84,97	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.F.2.3 Grassland 2 converted to Other Land	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.F.2.3 Grassland 2 converted to Other Land	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Source category	Gas	Base year emissions [CO ₂ -eq.]	Year 2010 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 2010	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
		Gg CO ₂ -Eq. a ⁻¹	Gg CO ₂ -Eq. a ⁻¹	%	%	%	%	%	%	%	%	%
5.F.2.4 Wetlands 1 converted to Other Land	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	62,80	62,80	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.F.2.4 Wetlands 1 converted to Other Land	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.F.2.4 Wetlands 1 converted to Other Land	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.F.2.4 Wetlands 2 converted to Other Land	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	41,31	41,31	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.F.2.4 Wetlands 2 converted to Other Land	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.F.2.4 Wetlands 2 converted to Other Land	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.F.2.5 Settlements converted to Other Land	Mineralischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	57,48	57,48	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.F.2.5 Settlements converted to Other Land	Organischer Boden	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.F.2.5 Settlements converted to Other Land	EF Biomasse	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total		128.076,15	76.861,93				21,730					10,974
		Betrag Σ 1990	Betrag Σ 2010									

19.5.5 Ergebnisse des internationalen Review-Workshops zur LULUCF-Methodik

Im Folgenden werden wichtige Originalzitate aus dem von allen Teilnehmern verabschiedeten Protokoll des internationalen Review-Workshops zur neuen deutschen LULUCF-Methodik am 24. und 25. Mai 2011 in Braunschweig genannt.

Expert-Workshop: The German LULUCF Reporting System Main statements of the workshop report agreed by the participants regarding LULUCF methodologies

Venue: Johann Heinrich von Thünen-Institute, Braunschweig, 24-25 May, 2011

Workshop organizer: Federal Environment Agency (Single National Entity)

Local organizer: Johann Heinrich von Thünen-Institute

Participants: Scientists and leaders of national inventories for LULUCF in Austria, Czech Republic and Switzerland

Aim of the workshop: The aim of the workshop was to discuss and evaluate the adaptations and changes proposed by Germany in response to the ICR process 2011 with international LULUCF and QA/QC experts, exchange experiences with approaches used by neighbouring countries for LULUCF and KP-LULUCF reporting, gather additional advice for further improvement of the German approach and to conclude about the scientific soundness and adequacy of the methodologies and data sources used based on the expert review.

Main results:

The proposed new methodologies of Germany for the land use matrix and organic carbon stock changes in mineral soils were evaluated as follows:

- The new methodologies are generally suitable for UNFCCC and KP reporting.
- A 20-year transition time should be implemented for all types of land use changes. This includes assumptions about land-use change rates in the pre-1990 period.
- Transparency in the description of methodologies and data sources and of the consequences of choices for results are critical.
- Consistency in the degree and resolution of stratification across all pools should be the goal.
- The international experts recommended to take pragmatic decisions to keep the reporting robust and transparent.

Consistent representation of land areas Documentation of methodological choice

Germany should provide clarification, rationale and documentation about

- number and type of land use categories and sub-categories used for CRFs:
- which criteria were followed for aggregation of ATKIS object types to land use categories and sub-categories
- intervals in time series used for the reporting: we report annual data, based on a range of available data sources with different intervals.
- Clarify the hierarchy of quality by data sets and by land use category/point

Reasons for moving to point sampling approach:

- It is a good argument for the point sampling approach that various data sources can be combined. Be transparent about the decision about hierarchy of quality of data sets and decisions

- *Consistency in approach by using a point based system for all land categories was seen as progress.*
- *The consistency and transparency argument is an important one for the choice of the grid size, too, but should be assessed against uncertainty and accuracy.*

Accuracy, robustness and uncertainty

- *The robustness / accuracy could not be fully assessed. Therefore, no final conclusion about the grid size was made.*
- *The accuracy level of land areas for UNFCCC should be adequate, as good as reasonably possible.*
- *For KP, all ARD and FM categories need to be detectable.*

Calculation of C stocks and C stock changes in land use categories and sub-categories

- *Describe the way how calculations are done and how the fractional carbon stocks are allocated to the reported sub-categories*

Transition time:

- *There was a clear statement by the experts that a 20-year transition period is worth for simplification / consistency and transparency of the inventory*
- *20 year transition time mainly refers to soil, not necessarily for all wood categories, here you can argue (e.g for perennial crops).*
- *A 20-year transition period would mean to trace the land back to 20 years before 1990.*
- *Assume trends before 1990 by expert judgment with documented arguments for whatever data are missing.*

Reporting mineral soils outside forest:

- *The “switch” approach by switching between average C stocks per land use category after LUC is successfully applied by many countries.*
- *20 year default transition time is a must for soils.*

Conclusions:

- *The “switch” approach is robust and would be accepted by CZ, Austria, and Switzerland in case they were reviewers.*
- *Be transparent and explain why you do what and with what consequences.*

19.6 Weitere detaillierte methodische Beschreibungen für die Quellkategorie Abfall und Abwasser (6)

19.6.1 Abfall (6.A)

19.6.1.1 Unsicherheiten für die Quellgruppe Abfalldeponierung

Die folgenden Unsicherheiten sind vom zuständigen UBA-Fachexperten am 23.02.04 geschätzt worden. Die Unsicherheiten haben zunächst vorläufigen Charakter, da noch keine nationalen Erfahrungen mit der FOD-Methode vorliegen. Zudem wird ein Experten Hearing angestrebt um die geschätzten Unsicherheiten ggf. anzupassen und so auf eine breitere und belastbarere Basis zu stellen.

lfd.-Nr.	Definition der Zeitreihe						Unsicherheitsdaten					
	CRF	Quellenbeschreibung			Wertetyp (EF / EM / AR)	Falls EF / EM: Schadstoff	Basisjahr 1990 ⁴		2002		Bemerkungen zu Erwägungsgründen, Literaturquellen etc.	Geschätzt durch
		z.B. ZSE Modulname oder geeignetes Aggregat innerhalb des angegebenen CRF-Codes ¹	ggf. weitere Quelldifferenzierung ²	ggf. ZSE Zeitreihen-ID			Unsicherheit [+/--%] ³	Verteilungstyp ⁵	Unsicherheit [+/--%] ³	Verteilungstyp ⁵		
1	6A1	Deponierung von Abfall			MSW _T (x)							
2	6A1	Deponierung von Abfall			MSW _F (x)		+/-5%	N	+/-2%	N	für 1990: Geringe Belastbarkeit in ABL, keine Daten für NBL	
3	6A1	Deponierung von Abfall			DOC(x)	CH ₄	+/-20%	N	+/-20%	N	Es liegen belastbare Ergebnisse aus Untersuchungsvorhaben zu Rohabfall in MBA vor	
4	6A1	Deponierung von Abfall			DOC _F	CH ₄	+/-30%	N	+/-30%	N		
5	6A1	Deponierung von Abfall			MCF(x) (bei MCF=1)	CH ₄	+ 0% -10%	L	+0% -10%	L	gemäß IPCC-GPG	
6	6A1	Deponierung von Abfall			F	CH ₄	+10% -0%	L	+10% -0%	L		
7	6A1	Deponierung von Abfall			k	CH ₄	+50% -35%	L	+50% -35%	L		
8	6A1	Deponierung von Abfall			R(t)	CH ₄	+/-10%	N	+/-10%	N	gemäß IPCC-GPG gering gegenüber anderen Unsicherheiten	
9	6A1	Deponierung von Abfall			OX	CH ₄	+50% -35%	L	+50% -35%	L	Entspricht Halbwertszeit 3,5 Jahre (k=0,23) bis 8 Jahre (k=0,09)	

¹ Falls ZSE-Modulname und ZSE-Zeitreihen-ID zur Schätzung nicht verfügbar oder zu detailliert sind, können die Quellen auch über CRF und eine sonstige eindeutige Beschreibung im Feld „weitere Quelldifferenzierung“ definiert werden.

² gemäß ZSE-Dimensionen, falls zur Differenzierung notwendig :z.B. Brennstoff, Betriebsart, Material, Technik, Maßnahme

³ bei Lognormal-Verteilung: [+x%; -y%]

⁴ Bei F-Gasen ist das Basisjahr 1995.

⁵ Verteilungstypen: N (Normalverteilung); L (Lognormalverteilung); T (triangular – Dreiecksverteilung); U (uniform – Gleichverteilung)

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

Darlegungen zum CO₂ Referenzverfahren und ein Vergleich mit dem Sektoransatz und 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 340: 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 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.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 5.E Settlements	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	No data available
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.F 5.F Other Land	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	No data available
5.F.2 Land converted to Other Land	CH ₄ , N ₂ O	No data available
5.G 5.A.1 C from lime to forest	CH ₄ , N ₂ O	CH ₄ and N ₂ O emissions from drainage of soils and wetlands do not have to be reported according to GPG IPCC (2003), p. 1.11.
5.G Harvested Wood Products	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	According to IPCC GPG 2003 HWP do not have to be reported (p.1.11 chp.1.7).

Tabelle 341: Vollständigkeit – Übersicht der Quellen und Senken, die an anderer Stelle berichtet werden (included elsewhere, IE)

Quellgruppe	Treibhausgas	Erklärung
1.A.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.A.2.B Non-Ferrous Metals	CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O	reported under source category 1.A.2.f other because of confidential data
1.A.2.C Chemicals	CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O	reported under source category 1.A.2.f other
1.A.2.D Pulp, Paper and Print	CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O	reported under source category 1.A.2.f other
1.A.3.B Road Transportation	CH ₄ , N ₂ O	CH ₄ emissions from lubricants supposed to be included in corresponding emissions from liquid fuels consumed!
1.A.3.C Railways	CH ₄ , N ₂ O	CH ₄ emissions from lubricants assumed to be included in corresponding emissions from liquid fuels consumed!
1.A.3.C Railways	CO ₂	CO ₂ emissions from biodiesel used in 1.A.3.c seem not to be included to CRF 1.C.3 "CO ₂ Emissions from Biomass" automatically. Therefore, they are set to IE to prevent inclusion in National Totals and are included in CRF 1.A3.E Other Transportation - Other non-specified - Biomass. - actual value: 12,42 Gg.
1.A.3.D Navigation	CH ₄ , N ₂ O	CH ₄ emissions from lubricants assumed to be included in corresponding emissions from liquid fuels consumed!
1.A.3.D Navigation	CO ₂	CO ₂ emissions from biodiesel used in 1.A.3.d seem not to be included to CRF 1.C.3 "CO ₂ Emissions from Biomass" automatically. Therefore, they are set to IE to prevent inclusion in National Totals and are included in CRF 1.A3.E Other Transportation - Other non-specified - Biomass. - actual value: 48,08 Gg.
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, other CO ₂ emissions do not occur
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.C.1.B Marine	CH ₄ , N ₂ O	CH ₄ 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 , CO ₂	is considered in CRF 1A2
2.C.1.3 Sinter	CH ₄ , CO ₂	is considered in CRF 1A2
2.C.1.4 Coke	CH ₄ , CO ₂	is considered in CRF 1A1c
2.F.1 Refrigeration and Air Conditioning Equipment	HFCs, PFCs	The potential emissions are not disaggregated into the subcategories. 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 subcategories. 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 subcategories. 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 subcategories. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
2.F.7 Semiconductor Manufacture	HFCs, PFCs, SF ₆	The potential emissions are not disaggregated into the subcategories. 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 subcategories. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
2.F.P2.1 In bulk	SF ₆	Included in export
2.F.P2.2 In products	SF ₆	Included in export
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.

Quellgruppe	Treibhausgas	Erklärung
5.A.1 C from lime to forest	CO ₂	Included in limestone.
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	Carbon	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 , 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.2.1 Forest Land converted to Cropland	N ₂ O	NIR 7.2.4.6.4 Included in 4.D.1.5
5.B.2.2 Grassland converted to Cropland	N ₂ O	NIR 7.3.4.4 Included in 4.D.1.5
5.B.2.3 Wetlands converted to Cropland	N ₂ O	NIR 7.3.4.4 Included in 4.D.1.5
5.B.2.5 Other Land converted to Cropland	N ₂ O	NIR 7.3.4.4 Included in 4.D.1.5
5.C.1 Grassland remaining Grassland	CO ₂	Reported under 5.B.1 (NIR 7.3.1)
5.C.1 Grassland remaining Grassland	CO ₂	Included in limestone.
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.
Ceramics	CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O	reported under 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 under source category 1.A.2.f other because of confidential data
lime	CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O	reported under source category 1.A.2.f other because of confidential data
Magnesium production	SF ₆	The confidential emissions are reported in 2G.
Military use	CH ₄ , N ₂ O	CH ₄ 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 potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
Other non-specified	CH ₄	is considered in steel
Other non-specified	CH ₄ , N ₂ O	!!!emissions from co-incineration of lubricants in domestic civil aviation!!!
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	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	PFC, 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 4.6¹¹⁴ „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*

¹¹⁴ 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 81) Weiterführende Informationen finden sich im QSE-Handbuch Kapitel 4.3.

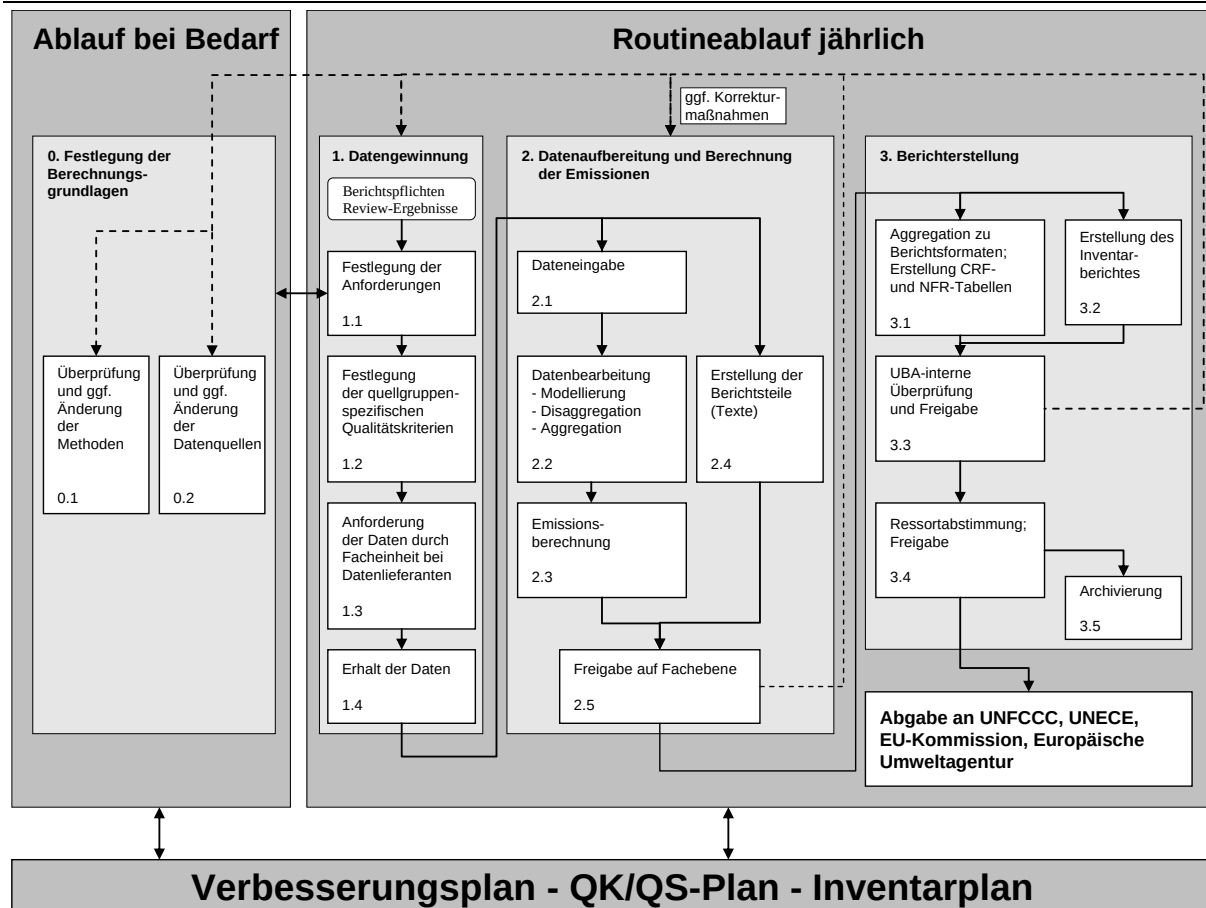


Abbildung 81: Übersicht zum gesamten Prozess der Emissionsberichterstattung

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, dass 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 82) 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

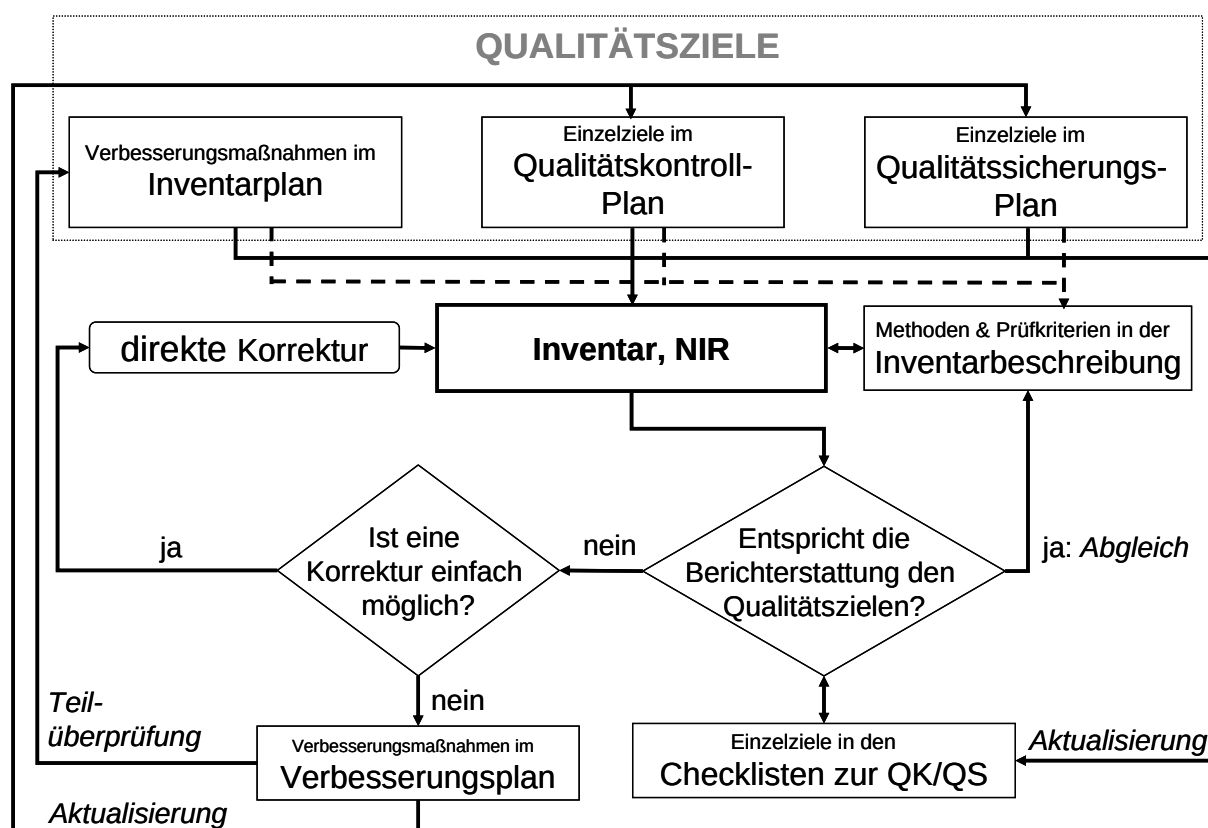


Abbildung 82: Steuerung und Dokumentation im Rahmen des NaSE und des QSE

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 342 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 342: 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 343: 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 ebenso, wie Zeitpunkt und Verursacher der letzten Änderungen. 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 der Struktur erfolgt, in der die Daten bereitgestellt werden und sämtliche Bearbeitungen und Transformationen hin zu einem Berichtsformat erst im ZSE selbst und damit nachvollziehbar erfolgen. Das ZSE verwaltet dazu detaillierte technikspezifische 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.

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. Die Betroffenen werden über eine jährliche Interessensumfrage ermittelt, so dass unterdessen ein weitgehend flächendeckender Zugriff der betroffenen Fachexperten im Hause besteht. Die schreibenden Zugriffsrechte für diese Experten sind generell auf die Datenbankinhalte beschränkt, für die eine fachliche Zuständigkeit besteht.
- 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.

Nachdem mit der Inbetriebnahme der Produktiv-Version des ZSE im Jahr 2002 die wesentlichen technischen Voraussetzungen für die Erfüllung der Kyoto-Anforderungen an die Inventare geschaffen wurden, gilt es nun, die Durchführung der rechnerischen Verfahren zur Emissionsermittlung sowie die Organisation der Datengewinnung vollständig auf das ZSE umzustellen. Dazu wurden in der Vergangenheit bereits zahlreiche Anstrengungen unternommen, etwa durch die Integration der Berechnungen zum Reference Approach und die Umsetzung umfänglicher Anforderungen an die Datengeheimhaltung. Für die Zukunft sind Verbesserungen im Hinblick auf die Möglichkeiten zur Prognosenerstellung und Szenarienrechnung im ZSE geplant. Insgesamt befindet sich das System sowohl technisch als auch inhaltlich in einem Status ständiger Anpassung und Weiterentwicklung.

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

Settings

Party:	Germany
ISO:	DE
Submission year:	2012
Reported year:	2011
Commitment period:	1
Completeness check:	YES
Consistency check:	YES
File locked:	YES
Lock timestamp:	05.01.2012 15:28
Submission version number:	2
Submission type:	Official

Party Germany
 Submission year 2012
 Reported year 2011
 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	3560634088	405458	NO	1763593	NO	NO
Entity holding accounts	510041389	2930093	NO	34305426	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	2194	5663	NO	554726	NO	NO
Retirement account	854569558	670990	NO	49721049	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	4925247229	4012204	NO	86344794	NO	NO

Party Germany
 Submission year 2012
 Reported year 2011
 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		3697267					3697267		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							634	7495	NO	202878	NO	NO
Sub-total		3697267	NO				3697901	7495	NO	202878	NO	NO
Transaction type	Retirement											
	Unit type											
	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs						
Retirement	418523027	4194506	NO	33374387	NO	NO						

Party
Submission year
Reported year
Commitment period

Germany
2012
2011
1

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												
CDM	NO	NO	NO	13146479	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
AT	4106502	133961	NO	364676	NO	NO	4835130	420769	NO	1134102	NO	NO
BE	7976537	5191500	NO	1281109	NO	NO	8847005	1120146	NO	841846	NO	NO
BG	52914	32940	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	3000	NO	NO
CH	NO	1590470	NO	5870040	NO	NO	NO	53378	NO	296264	NO	NO
CZ	5316341	NO	NO	185050	NO	NO	3341546	131284	NO	846393	NO	NO
DK	415767	NO	NO	9752	NO	NO	1329000	NO	NO	NO	NO	NO
EE	704830	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
ES	3472405	NO	NO	9648	NO	NO	125387	139200	NO	3484775	NO	NO
FI	1333541	NO	NO	504410	NO	NO	1123846	NO	NO	884310	NO	NO
FR	16145088	659902	NO	5379828	NO	NO	26900716	251809	NO	964474	NO	NO
GB	119438269	22874613	NO	64969820	NO	NO	112919155	4959784	NO	34770278	NO	NO
GR	1553089	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	43096	NO	NO
HU	334981	50070	NO	NO	NO	NO	1390373	NO	NO	178156	NO	NO
IE	1223215	NO	NO	313000	NO	NO	93500	NO	NO	110550	NO	NO
IT	4914268	4000	NO	1048265	NO	NO	1464738	5866	NO	1391743	NO	NO
JP	NO	294990	NO	1767065	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
LI	450000	NO	NO	NO	NO	NO	175030	NO	NO	NO	NO	NO
LT	2550000	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
LU	510000	NO	NO	27618	NO	NO	73904	NO	NO	172249	NO	NO
NL	24134402	2758286	NO	12153241	NO	NO	25531922	157245	NO	5729069	NO	NO
NO	1276168	NO	NO	345442	NO	NO	1757258	71365	NO	442963	NO	NO
PL	7545678	167291	NO	21701	NO	NO	259138	843186	NO	4147945	NO	NO
PT	616577	NO	NO	665177	NO	NO	695177	NO	NO	2548241	NO	NO
RO	1425573	80114	NO	NO	NO	NO	8000	NO	NO	369586	NO	NO
RU	NO	56904	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
SE	909050	91789	NO	517838	NO	NO	947604	NO	NO	1301873	NO	NO
SI	20881	116136	NO	474423	NO	NO	554423	100000	NO	122049	NO	NO
SK	1516988	50000	NO	80000	NO	NO	4280424	102000	NO	1639092	NO	NO
UA	NO	362219	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Sub-total	207943064	34515185	NO	109134582	NO	NO	196653276	8356032	NO	61422054	NO	NO

cont.

Additional information

Independently verified ERUs								NO				

Table 2 (c). Total annual transactions

Total (Sum of tables 2a and 2b)	207943064	38212452	NO	109134582	NO	NO	200351177	8363527	NO	61624932	NO	NO

Party

Germany

Submission year 2012

Reported year 2011

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	2012
Reported year	2011
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	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
Submission year
Reported year
Commitment period

Germany
2012
2011
1

Table 5 (a). Summary information on additions and subtractions

	Additions						Subtractions					
	Unit type						Unit type					
	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs
Starting values												
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)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	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	988148503	47366131	NO	274186900	NO	NO	923408275	13510665	NO	140887182	NO	NO
Total	5856245197	47366131	NO	274186900	NO	NO	923408275	13510665	NO	140887182	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
Year 2 (2009)		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 3 (2010)		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 4 (2011)		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)	NO	NO	NO	NO	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	1273092585	4865496	NO	83095436	NO	NO

Party

Germany

Submission year 2012

Reported year 2011

Commitment period 1

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

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

Table 6 (c). Memo item: Corrective transactions relating to retirement

	Retirement					
	Unit type					
	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs

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

22.2.4.1 Registry Initialization Recommendation

Customer	UNFCCC
Service Name	International Transaction Log
Project Document Reference	ITL/OM/24
Customer Service Issue	3.0
Base Document reference	
Issue date	30/03/2011
Registry	Germany
Status	Issue
Distribution	Service Operations Manual
Prepared by	Peter Broadbent
Approved by (Logica)	Steve Ruby Logica SDD

© Logica plc 2011. This document and its contents are the confidential property of Logica plc. It should not be copied, reproduced, modified, altered, or circulated to any third party, in any form or media, without the prior written consent of Logica plc.

Amendment history

Date	Issue	Status	Author
21/11/2007	1.0	Issue	Alwyn Rowlands
28/08/2008	2.0	Issue	Simon Gaskin
30/03/2011	3.0	Issue	Peter Broadbent

Distribution

Date	Issue	Recipient	Organisation
21/11/2007	1.0	Andrew Howard	UNFCCC
21/11/2007	1.0	Anthony Mak	UNFCCC
21/11/2007	1.0	Thomas Schuetz	Umweltbundesamt, Deutsche Emissionshandelsstelle
28/08/2008	2.0	Heidi McKenna	UNFCCC
30/03/2011	3.0	Jean-Francois Halleux	UNFCCC

22.2.4.1.1 Introduction

Following successful interoperability testing of the registry configuration following the changes made, this document recommends that the national registry of DE – Germany is ready to be connected to the ITL. The outcome of the testing is detailed below.

22.2.4.1.2 Documentation

The following documents represent the data pack for the Registry.

22.2.4.1.2.1 *Readiness*

The following documents support the completion of the Readiness review process:

Document Reference	Description	Submission Date
RegistryInitialiazationReportGermany	Readiness Questionnaire	11/04/2007
Germany_ReadinessCarifications	Clarifications Response	05/11/2007

22.2.4.1.2.2 *Connectivity*

The following documents support the completion of the Connectivity testing process:

Document Reference	Description	Completion Date
UNFCCC ITL VPN	Test results from establishment of VPN	16/05/2007
Connectivty Testing v0.3 - DE	from ITL Initialization environment to the nominated Registry environment.	
UNFCCC ITL SSL	Test results from establishment of SSL from	16/05/2007
Connectivty Testing v0.3 - DE	ITL Initialization environment to the nominated Registry environment.	

22.2.4.1.2.3 *Interoperability*

The following documents support the completion of the Interoperability testing process:

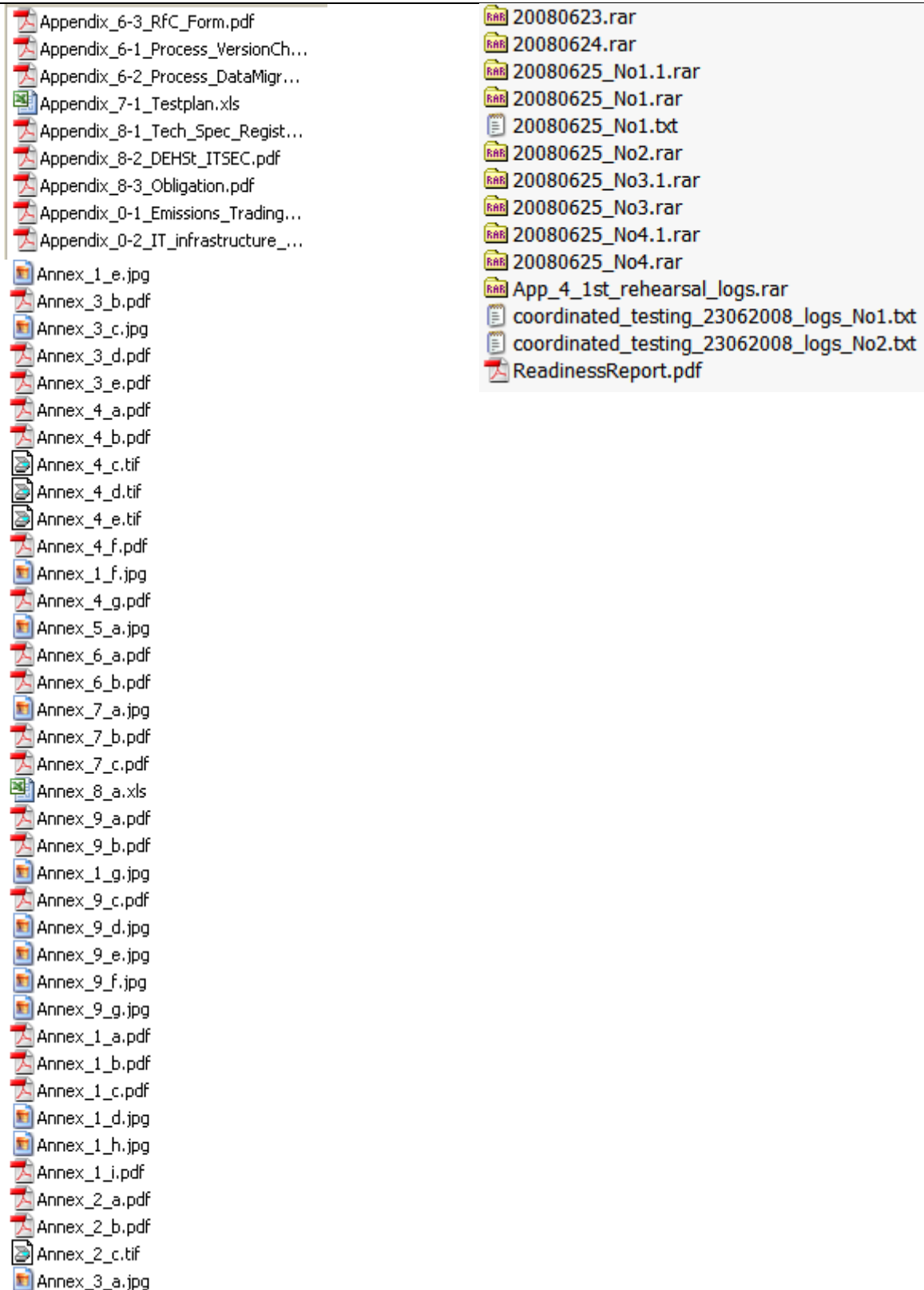
Document Reference	Description	Completion Date
DE – Germany – Interoperability Check List v1.3 (2)	Interoperability planning document	23/08/2007
Testing Record Germany	Interoperability test results completed	21/11/2007
UNFCCC – Interoperability Testing	Re test following configuration changes – move to JBoss Application Server from	01/03/2011
Record_DE_01MAR11.doc	WebLogic. Annex H test results completed	

22.2.4.1.3 *Initialization Results*22.2.4.1.3.1 *Readiness*

The following scoring sheet was compiled by the ITL Operator during the Readiness review process:

Registry	Germany	Date	28/08/2008		Readiness Scoring				CITL Test Report					
Section	Description	Max	Quality			Max	Evidence			Max	Confidence			
			#1	#2	#3		#1	#2	#3		#1	#2	#3	Avg
			NP	MS	MDS		NP	MS	MDS		NP	MS	MDS	
	Reviewer's Initials													
	2.1 Database & Application Backup	7	7	6	6	3	3	3	3	10	10	9	9	9.3
	2.2 Disaster Recovery Plan	7	7	7	7	3	2	3	2	10	9	10	9	9.3
	2.3 Security Plan	7	7	7	7	3	3	3	3	10	10	10	10	10.0
	2.4 Application Logging Documentation	3	3	3	3	7	6	7	6	10	9	10	9	9.3
	2.5 Time Validation Plan	7	6	7	7	3	3	3	3	10	9	10	10	9.7
	2.6 Version Change Management	7	6	6	7	3	2	3	3	10	8	9	10	9.0
	2.7 Test Plan	7	6	6	6	3	3	3	3	10	9	9	9	9.0
	2.8 Test Report	3	3	3	2	7	6	7	7	10	9	10	9	9.3
	2.9 Operational Plan	7	7	7	6	3	2	3	2	10	9	10	8	9.0
	2.9 Ops Plan - Incident management	3	3	3	3	2	2	2	2	5	5	5	5	5.0
	2.9 Ops Plan - Change management	3	3	3	3	2	2	2	2	5	5	5	5	5.0
	3.0 CITL Test Report (AR)	3	2			7	6			10	8			8.0
	Total Score	64	60	58	57	46	40	39	36	110	100	97	93	102

The following documents were provided by the Registry in support of the Readiness review process:



22.2.4.1.3.2 Connectivity

The following results were generated by the ITL Operator during the Connectivity testing process:

Activity	Result	Date
Establish VPN connection from ITL Initialization environment to nominated Registry test environment	Pass	16/05/2007
Establish SSL connection from ITL Initialization environment to nominated Registry test environment	Pass	16/05/2007

22.2.4.1.3.3 Interoperability

The results of the latest round of interoperability testing on 17th February and 1st March 2011 with the national registry of Germany are recorded below. These results build on the previous interoperability testing undertaken on 6 and 7/9/2007 and 21/11/2007.

Section of DES Annex H	Description	Result
3.1	Issuance	Completed
3.2	Conversion	Completed
3.3	External Transfer	Completed
3.4	Cancellation	Completed
3.5	Retirement	Completed
3.6	Replacement	Completed
3.7	Carry Over	Completed
3.8	Expiry Date Change	Completed

Section of DES Annex H	Description	Result
4.1	Issuance transaction	Completed
4.2	Conversion transaction	Completed
4.3	External Transfer transaction	Completed
4.4	Cancellation transaction	Completed
4.5	Expiry Date Change transaction	Completed
4.6	Retirement transaction	Completed
4.7	Replacement	Completed
4.8	Carry Over	Completed

The previous and the following sections are omitted/completed if an ETS member

Section of DES Annex H	Description	Result
5.1	Account Management Web Services	Completed
5.2	EU ETS Member Registry Specific Tests	Completed

The following documents were generated by the ITL Operator as part of the Interoperability testing process:

	DE_Logs_Section3	30/03/2011 03:50 PM
	DE_Logs_Section4	30/03/2011 03:49 PM
	DE - Interoperability Checklist ! NEW	30/03/2011 03:47 PM
	Section_3_Message_Logs ! NEW	30/03/2011 03:47 PM
	Section_3_Notifications ! NEW	30/03/2011 03:47 PM
	Section_3_Reconciliations ! NEW	30/03/2011 03:47 PM
	Section_3_Transactions ! NEW	30/03/2011 03:47 PM
	Section_3_Unit_Blocks ! NEW	30/03/2011 03:47 PM
	Section_4_Message_Logs ! NEW	30/03/2011 03:47 PM
	Section_4_Notifications ! NEW	30/03/2011 03:47 PM
	Section_4_Reconciliations ! NEW	30/03/2011 03:47 PM
	Section_4_Transactions ! NEW	30/03/2011 03:47 PM
	Section_4_Unit_Blocks ! NEW	30/03/2011 03:47 PM

22.3 Zusatzinformationen zu den Trends der Treibhausgase

Hier finden sie die detaillierten Tabellen zur Trenddiskussion der Kapitel 0.2 und 2.

Tabelle 344: 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	1.014.194	976.776	929.763	920.848	905.049	903.576	924.456	895.716	888.162	861.018	864.835	874.937	905.746	908.023	898.527
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	1.042.161	1.004.807	957.623	948.770	932.615	931.040	951.996	923.194	915.285	888.024	891.624	907.652	890.960	893.161	883.168
CH ₄	107.109	102.492	99.066	98.730	94.702	91.223	88.512	83.959	78.706	76.807	73.444	70.297	66.994	64.145	58.578
N ₂ O	85.289	81.899	82.247	79.673	79.771	79.981	81.618	78.677	65.508	61.993	62.117	63.133	61.795	60.825	64.062
HFCs	4.369	4.013	4.189	6.159	6.330	6.470	5.855	6.392	6.962	7.204	6.483	7.891	8.794	8.623	9.233
PFCs	2.708	2.333	2.102	1.961	1.650	1.773	1.724	1.378	1.488	1.236	781	717	789	851	822
SF ₆	4.785	5.118	5.634	6.405	6.993	7.221	6.932	6.905	6.705	5.070	4.826	4.346	3.570	3.490	3.658
Gesamt-Emissionen / -Einbindungen inkl. LULUCF	1.218.453	1.172.631	1.123.002	1.113.775	1.094.494	1.090.244	1.109.097	1.073.027	1.047.530	1.013.328	1.012.486	1.021.322	1.047.688	1.045.956	1.034.880
Gesamt-Emissionen ohne CO₂ aus LULUCF	1.246.419	1.200.663	1.150.862	1.141.697	1.122.061	1.117.709	1.136.636	1.100.506	1.074.653	1.040.334	1.039.275	1.054.037	1.032.902	1.031.094	1.019.521

THG Emissionen/Senken, CO ₂ -äquivalent (Gg)	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Netto-CO ₂ -Emissionen/ -Einbindungen	881.490	886.283	864.814	862.545	801.417	835.879
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	865.959	871.041	849.040	846.526	784.457	818.850
CH ₄	55.587	52.572	50.485	50.646	48.553	47.699
N ₂ O	61.574	60.800	62.532	63.781	63.679	54.993
HFCs	10.001	10.539	11.145	11.474	11.955	11.434
PFCs	709	571	530	531	363	309
SF ₆	3.726	3.651	3.537	3.288	3.229	3.413
Gesamt-Emissionen / -Einbindungen inkl. LULUCF	1.013.086	1.014.416	993.042	992.264	929.195	953.726
Gesamt-Emissionen ohne CO₂ aus LULUCF	997.555	999.174	977.268	976.245	912.236	936.697

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	1.020.759	985.491	936.448	928.512	907.001	903.824	925.733	894.102	884.686	859.897	857.935	878.144	862.603	858.661	843.457
2. Industrieprozesse	94.580	90.635	92.620	92.777	99.004	97.094	95.818	95.549	81.486	74.385	77.213	74.469	72.923	78.331	83.438
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	83.224	76.314	73.892	73.423	70.953	73.154	73.515	72.739	72.906	73.828	73.872	73.168	70.841	69.456	70.689
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft	-27.698	-27.767	-27.567	-27.653	-27.300	-27.201	-27.270	-27.215	-26.860	-26.743	-26.525	-32.453	15.049	15.135	15.626
CO ₂	-27.967	-28.032	-27.860	-27.922	-27.566	-27.465	-27.539	-27.479	-27.123	-27.006	-26.789	-32.715	14.786	14.862	15.359
N ₂ O & CH ₄	269	264	293	269	267	263	269	264	263	263	265	262	263	273	267
6. Abfall	43.111	43.622	43.453	42.642	41.288	39.820	37.830	34.407	31.892	28.797	27.081	25.307	23.787	22.106	19.475
THG Emissionen/Senken, nach Quell- und Senkengruppen, CO ₂ -äquivalent (Gg)	2005	2006	2007	2008	2009	2010									
1. Energie	827.035	830.553	808.417	807.421	753.379	782.313									
2. Industrieprozesse	80.735	81.998	84.683	82.077	75.114	72.631									
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	2.052	2.074	1.949	1.812	1.786	1.770									
4. Landwirtschaft	69.864	68.517	67.623	70.478	68.671	67.490									
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft	15.798	15.510	16.039	16.286	17.221	17.283									
CO ₂	15.531	15.242	15.774	16.019	16.959	17.028									
N ₂ O & CH ₄	267	268	265	266	262	255									
6. Abfall	17.602	15.764	14.331	14.190	13.024	12.239									

Tabelle 345: 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
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	83,6	83,7	83,2	83,1	83,1	83,3	83,8	83,9	85,2	85,4	85,8	86,1	86,3	86,6	86,6	86,8	87,2	86,9	86,7	86,0	87,4
CH ₄	8,6	8,5	8,6	8,6	8,4	8,2	7,8	7,6	7,3	7,4	7,1	6,7	6,5	6,2	5,7	5,6	5,3	5,2	5,2	5,3	5,1
N ₂ O	6,8	6,8	7,1	7,0	7,1	7,2	7,2	7,1	6,1	6,0	6,0	6,0	6,0	5,9	6,3	6,2	6,1	6,4	6,5	7,0	5,9
HFCs	0,4	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,9	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,2
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	0,1	0,1	0,0	0,0
SF ₆	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	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

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
1. Energie	81,9	82,1	81,4	81,3	80,8	80,9	81,4	81,2	82,3	82,7	82,6	83,3	83,5	83,3	82,7	82,9	83,1	82,7	82,7	82,6	83,5
2. Industrieprozesse	7,6	7,5	8,0	8,1	8,8	8,7	8,4	8,7	7,6	7,2	7,4	7,1	7,1	7,6	8,2	8,1	8,2	8,7	8,4	8,2	7,8
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
4. Landwirtschaft	6,7	6,4	6,4	6,4	6,3	6,5	6,5	6,6	6,8	7,1	7,1	6,9	6,9	6,7	6,9	7,0	6,9	6,9	7,2	7,5	7,2
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
6. Abfall	3,5	3,6	3,8	3,7	3,7	3,6	3,3	3,1	3,0	2,8	2,6	2,4	2,3	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1,5	1,4	1,3
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

Tabelle 346: 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
<i>Netto-CO₂-Emissionen/ -Einbindungen</i>	1.014.192	976.774	929.762	920.846	905.048	903.574	924.455	895.714	888.160	861.016	864.834	874.937	905.746	908.022	898.527
<i>CO₂-Emissionen (ohne LULUCF)</i>	1.042.161	1.004.807	957.623	948.770	932.615	931.040	951.996	923.194	915.285	888.024	891.624	907.652	890.960	893.161	883.168
CH ₄	5.100	4.881	4.717	4.701	4.510	4.344	4.215	3.998	3.748	3.657	3.497	3.347	3.190	3.055	2.789
N ₂ O	275	264	265	257	257	258	263	254	211	200	200	204	199	196	207
HFCs (CO ₂ -äquivalent)	4.592	4.212	4.372	6.333	6.784	6.912	6.327	6.894	7.494	7.778	7.040	8.304	9.129	8.932	9.490
PFCs (CO ₂ -äquivalent)	2.627	2.277	2.062	1.930	1.637	1.773	1.724	1.378	1.488	1.236	781	717	789	851	822
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	12.368	10.109	8.723	7.928	7.011	6.556	6.080	5.921	5.457	5.085	4.804	4.598	4.308	4.110	3.872
NM VOC	3.127	2.676	2.459	2.313	1.891	1.805	1.736	1.712	1.674	1.533	1.390	1.289	1.228	1.162	1.174
NO _x	2.884	2.638	2.495	2.388	2.229	2.176	2.106	2.037	2.009	1.983	1.925	1.848	1.768	1.712	1.648
SO ₂	5.292	3.915	3.193	2.847	2.383	1.718	1.455	1.218	981	803	653	643	590	573	547
Emissionsentwicklung (Gg)	2005	2006	2007	2008	2009	2010									
<i>Netto-CO₂-Emissionen/ -Einbindungen</i>	881.490	886.282	864.814	862.545	801.257	835.991									
<i>CO₂-Emissionen (ohne LULUCF)</i>	865.959	871.041	849.040	846.526	784.297	818.962									
CH ₄	2.647	2.503	2.404	2.412	2.312	2.271									
N ₂ O	199	196	202	206	205	177									
HFCs (CO ₂ -äquivalent)	10.252	10.794	11.369	11.657	12.128	11.597									
PFCs (CO ₂ -äquivalent)	709	571	510	521	359	309									
SF ₆ (CO ₂ -äquivalent)	3.475	3.396	3.332	3.114	3.059	3.250									
CO	3.651	3.571	3.473	3.387	3.002	3.322									
NM VOC	1.143	1.131	1.069	1.015	929	1.051									
NO _x	1.576	1.562	1.489	1.415	1.318	1.319									
SO ₂	517	520	497	490	435	449									

Tabelle 347: Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO₂ in Deutschland seit 1990

Emissionsentwicklung gegen- über 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
Netto-CO₂-Emissionen/ - Einbindungen	0,0	-3,7	-8,3	-9,2	-10,8	-10,9	-8,8	-11,7	-12,4	-15,1	-14,7	-13,7	-10,7	-10,5	-11,4	-13,1	-12,6	-14,7	-15,0	-21,0	-17,6
CO₂-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	-15,3	-16,9	-16,4	-18,5	-18,8	-24,7	-21,4
CH₄	0,0	-4,3	-7,5	-7,8	-11,6	-14,8	-17,4	-21,6	-26,5	-28,3	-31,4	-34,4	-37,5	-40,1	-45,3	-48,1	-50,9	-52,9	-52,7	-54,7	-55,5
N₂O	0,0	-4,0	-3,6	-6,6	-6,5	-6,2	-4,3	-7,8	-23,2	-27,3	-27,2	-26,0	-27,5	-28,7	-24,9	-27,8	-28,7	-26,7	-25,2	-25,3	-35,5
HFCs (CO₂-äquivalent)						0,0	-8,5	-0,3	+8,4	+12,5	+1,9	+20,1	+32,1	+29,2	+37,3	+48,3	+56,2	+64,5	+68,6	+75,5	+67,8
PFCs (CO₂-äquivalent)						0,0	-2,7	-22,3	-16,0	-30,3	-55,9	-59,5	-55,5	-52,0	-53,6	-60,0	-67,8	-71,2	-70,6	-79,7	-82,6
SF₆ (CO₂-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	-54,9	-52,1
Entwicklung der Gesamt-THG Gesamt-Emissionen gegen EU Lastenverteilung¹¹⁵	+1,1	-2,6	-6,6	-7,4	-9,0	-9,3	-7,8	-10,7	-12,8	-15,6	-15,7	-14,5	-16,2	-16,3	-17,3	-19,1	-18,9	-20,7	-20,8	-26,0	-24,0
CO	0,0	-18,3	-29,5	-35,9	-43,3	-47,0	-50,8	-52,1	-55,9	-58,9	-61,2	-62,8	-65,2	-66,8	-68,7	-70,5	-71,1	-71,9	-72,6	-75,7	-73,1
NM VOC	0,0	-14,4	-21,4	-26,0	-39,5	-42,3	-44,5	-45,2	-46,5	-51,0	-55,5	-58,8	-60,7	-62,8	-62,5	-63,5	-63,8	-65,8	-67,5	-70,3	-66,4
NO_x	0,0	-8,5	-13,5	-17,2	-22,7	-24,5	-27,0	-29,4	-30,3	-31,2	-33,3	-35,9	-38,7	-40,6	-42,8	-45,3	-45,8	-48,4	-50,9	-54,3	-54,2
SO₂	0,0	-26,0	-39,7	-46,2	-55,0	-67,5	-72,5	-77,0	-81,5	-84,8	-87,7	-87,8	-88,8	-89,2	-89,7	-90,2	-90,2	-90,6	-90,7	-91,8	-91,5

¹¹⁵ Festgelegte Basisjahr-Emissionen von 1.232.430 Gg CO₂ äquivalent, s. Kapitel 0.2

Tabelle 348: Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO₂ in Deutschland, seit dem jeweils letzten Jahr

Emissionsentwicklung gegen-über 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
<i>Netto-CO₂-Emissionen/ -Einbindungen</i>	0,0	-3,7	-4,8	-1,0	-1,7	-0,2	+2,3	-3,1	-0,8	-3,1	+0,4	+1,2	+3,5	+0,3	-1,0	-1,9	+0,5	-2,4	-0,3	-7,1	+4,3
<i>CO₂-Emissionen (ohne LULUCF)</i>	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	-1,1	-1,9	+0,6	-2,5	-0,3	-7,4	+4,4
<i>CH₄</i>	0,0	-4,3	-3,3	-0,3	-4,1	-3,7	-3,0	-5,1	-6,3	-2,4	-4,4	-4,3	-4,7	-4,3	-8,7	-5,1	-5,4	-4,0	+0,3	-4,1	-1,8
<i>N₂O</i>	0,0	-4,0	+0,4	-3,1	+0,1	+0,3	+2,0	-3,6	-16,7	-5,4	+0,2	+1,6	-2,1	-1,6	+5,3	-3,9	-1,3	+2,9	+2,0	-0,2	-13,6
<i>HFCs (CO₂-äquivalent)</i>	0,0	-8,3	+3,8	+44,8	+7,1	+1,9	-8,5	+9,0	+8,7	+3,8	-9,5	+18,0	+9,9	-2,2	+6,3	+8,0	+5,3	+5,3	+2,5	+4,0	-4,4
<i>PFCs (CO₂-äquivalent)</i>	0,0	-13,3	-9,4	-6,4	-15,2	+8,3	-2,7	-20,1	+8,0	-17,0	-36,8	-8,2	+10,0	+7,8	-3,3	-13,8	-19,4	-10,7	+2,2	-31,1	-14,2
<i>SF₆ (CO₂-äquivalent)</i>	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	+2,2	-2,2	-1,9	-6,6	-1,8	+6,2
<i>Entwicklung der Gesamt-THG-Emissionen und -Einbindungen</i>																					
<i>Gesamt-Emissionen / -Einbindungen inkl. LULUCF</i>	0,0	-3,8	-4,2	-0,8	-1,7	-0,4	+1,7	-3,3	-2,4	-3,3	-0,1	+0,9	+2,6	-0,2	-1,1	-2,1	+0,1	-2,1	-0,1	-6,4	+2,7
<i>Gesamt-Emissionen ohne CO₂ aus LULUCF</i>	0,0	-3,7	-4,1	-0,8	-1,7	-0,4	+1,7	-3,2	-2,3	-3,2	-0,1	+1,4	-2,0	-0,2	-1,1	-2,2	+0,2	-2,2	-0,1	-6,6	+2,7
<i>CO</i>	0,0	-18,3	-13,7	-9,1	-11,6	-6,5	-7,3	-2,6	-7,8	-6,8	-5,5	-4,3	-6,3	-4,6	-5,8	-5,7	-2,2	-2,7	-2,5	-11,4	+10,7
<i>NM VOC</i>	0,0	-14,4	-8,1	-6,0	-18,2	-4,6	-3,8	-1,4	-2,3	-8,4	-9,3	-7,2	-4,7	-5,4	+1,0	-2,6	-1,0	-5,5	-5,0	-8,5	+13,2
<i>NO_x</i>	0,0	-8,5	-5,4	-4,3	-6,6	-2,4	-3,3	-3,3	-1,4	-1,3	-2,9	-4,0	-4,3	-3,1	-3,7	-4,4	-0,9	-4,7	-5,0	-6,8	+0,1
<i>SO₂</i>	0,0	-26,0	-18,4	-10,8	-16,3	-27,9	-15,3	-16,2	-19,5	-18,2	-18,7	-1,5	-8,2	-2,9	-4,5	-5,5	+0,5	-4,4	-1,4	-11,4	+3,4

Tabelle 349: 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
1. Energie	0,0	-3,5	-8,3	-9,0	-11,1	-11,5	-9,3	-12,4	-13,3	-15,8	-16,0	-14,0	-15,5	-15,9	-17,4	-19,0	-18,6	-20,8	-20,9	-26,2	-23,4
2. Industrieprozesse	0,0	-4,2	-2,1	-1,9	4,7	2,7	1,3	1,0	-13,8	-21,4	-18,4	-21,3	-22,9	-17,2	-11,8	-14,6	-13,3	-10,5	-13,2	-20,6	-23,2
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
4. Landwirtschaft	0,0	-8,3	-11,2	-11,8	-14,7	-12,1	-11,7	-12,6	-12,4	-11,3	-11,2	-12,1	-14,9	-16,5	-15,1	-16,1	-17,7	-18,7	-15,3	-17,5	-18,9
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft	0,0	0,3	-0,5	-0,2	-1,4	-1,8	-1,5	-1,7	-3,0	-3,4	-4,2	17,2	-154,3	-154,6	-156,4	-157,0	-156,0	-157,9	-158,8	-162,2	-162,4
CO ₂ (Netto-Senke)	0,0	0,2	-0,4	-0,2	-1,4	-1,8	-1,5	-1,7	-3,0	-3,4	-4,2	17,0	-152,9	-153,1	-154,9	-155,5	-154,5	-156,4	-157,3	-160,6	-160,9
N ₂ O & CH ₄	0,0	-1,7	8,8	0,0	-0,8	-2,1	0,1	-1,9	-2,3	-2,2	-1,6	-2,5	-2,1	1,6	-0,8	-0,7	-0,3	-1,3	-0,9	-2,5	-5,3
6. Abfall	0,0	1,2	0,8	-1,1	-4,2	-7,6	-12,3	-20,2	-26,0	-33,2	-37,2	-41,3	-44,8	-48,7	-54,8	-59,2	-63,4	-66,8	-67,1	-69,8	-71,6
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	-0,8	-2,3	-0,4	2,4	-3,4	-1,1	-2,8	-0,2	2,4	-1,8	-0,5	-1,8	-1,9	0,4	-2,7	-0,1	-6,7	3,8
2. Industrieprozesse	0,0	-4,2	2,2	0,2	6,7	-1,9	-1,3	-0,3	-14,7	-8,7	3,8	-3,6	-2,1	7,4	6,5	-3,2	1,6	3,3	-3,1	-8,5	-3,3
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. Landwirtschaft	0,0	-8,3	-3,2	-0,6	-3,4	3,1	0,5	-1,1	0,2	1,3	0,1	-1,0	-3,2	-2,0	1,8	-1,2	-1,9	-1,3	4,2	-2,6	-1,7
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft	0,0	0,3	-0,7	0,3	-1,3	-0,4	0,3	-0,2	-1,3	-0,4	-0,8	22,3	-146,4	0,6	3,2	1,1	-1,8	3,4	1,5	5,7	0,4
CO ₂ (Netto-Senke)	0,0	0,2	-0,6	0,2	-1,3	-0,4	0,3	-0,2	-1,3	-0,4	-0,8	22,1	-145,2	0,5	3,3	1,1	-1,9	3,5	1,6	5,9	0,4
N ₂ O & CH ₄	0,0	-1,7	10,7	-8,1	-0,9	-1,3	2,2	-2,0	-0,4	0,2	0,6	-0,9	0,4	3,7	-2,4	0,2	0,4	-1,0	0,4	-1,6	-2,9
6. Abfall	0,0	1,2	-0,4	-1,9	-3,2	-3,6	-5,0	-9,0	-7,3	-9,7	-6,0	-6,5	-6,0	-7,1	-11,9	-9,6	-10,4	-9,1	-1,0	-8,2	-6,0

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 350 dargestellt.

Tabelle 350: Tabelle 6.1 der IPCC Good Practice Guidance - Details

CRF	Kategorie	Gas	Basisjahr- emissionen [t CO ₂ -äquivalent]	Emissionen 2010 [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	CH ₄	185.769,03	1.683.990,13	10,15083217	70,18764965	70,91787896	0,125206232	0,136762671	0,019779191	0,138185544
1.A.1.a	all fuels	CO ₂	339.017.879,12	315.557.523,47	3,957666164	1,753207581	4,328609279	1,432048051	0,640146258	1,445057169	1,580499115
1.A.1.a	all fuels	N ₂ O	3.610.029,89	3.498.902,54	4,520285831	22,47735363	22,92737251	0,084104028	0,091000621	0,018300589	0,092822543
1.A.1.b	all fuels	CO ₂	20.179.812,65	19.857.182,62	3,038548972	4,815056328	5,693640953	0,118532753	0,110633419	0,069815395	0,130820269
1.A.1.b	all fuels	CH ₄	13.286,21	6.805,19	2,493269576	27,66664782	27,77876518	0,000198191	0,000217853	1,96326E-05	0,000218736
1.A.1.b	all fuels	N ₂ O	121.864,81	61.103,15	2,707328021	32,86733941	32,97865408	0,002112648	0,002323782	0,000191413	0,002331653
1.A.1.c	all fuels	CH ₄	85.304,42	18.365,17	6,786786162	109,5023922	109,7125078	0,002112427	0,002326943	0,00014422	0,002331408
1.A.1.c	all fuels	N ₂ O	684.167,61	176.428,91	3,745679258	19,61321148	19,96767833	0,003693414	0,004003924	0,000764659	0,004076286
1.A.1.c	all fuels	CO ₂	64.393.840,73	13.645.766,23	4,360903666	2,684431467	5,120903541	0,073261396	0,042385526	0,068855994	0,080855926
1.A.2.a	all fuels	CH ₄	52.462,15	58.997,46	8,049358305	23,90081522	25,21985601	0,001559935	0,001631599	0,000549493	0,001721643
1.A.2.a	all fuels	N ₂ O	161.350,51	126.183,53	4,704048059	34,2280916	34,54316063	0,004569781	0,004997499	0,000686818	0,005044474
1.A.2.a	all fuels	CO ₂	34.741.967,20	34.269.113,65	3,964800866	2,67788024	4,784421437	0,171894889	0,106184556	0,157214132	0,189714109
1.A.2.b	all fuels	CO ₂	1.601.180,10	1.462.940,81	10,64926546	0,906873849	10,68780965	0,016392535	0,001535115	0,018026597	0,018091842
1.A.2.b	all fuels	CH ₄	1.164,38	1.351,19	10,80812503	67,55682181	68,41593192	9,69182E-05	0,000105622	1,6898E-05	0,000106965
1.A.2.b	all fuels	N ₂ O	17.833,99	7.933,98	9,803913117	61,797324	62,57016834	0,000520462	0,00056732	9,00032E-05	0,000574415
1.A.2.d	all fuels	CO ₂	3.646,96	8.984,58	5,217525336	2,236082287	5,676498447	5,34698E-05	2,32462E-05	5,42412E-05	5,90127E-05
1.A.2.d	all fuels	CH ₄	549,27	2.335,62	3,980122521	42,64416987	42,82950617	0,000104876	0,000115247	1,07564E-05	0,000115748
1.A.2.d	all fuels	N ₂ O	2.918,98	12.412,15	3,980122521	51,17300384	51,327553	0,000667926	0,000734946	5,71624E-05	0,000737165
1.A.2.e	all fuels	CO ₂	1.989.239,00	458.634,62	6,167251955	1,126325485	6,26925879	0,003014489	0,00059772	0,003272848	0,003326981
1.A.2.e	all fuels	CH ₄	3.765,41	374,51	6,890464492	44,38953782	44,92114835	1,7638E-05	1,9236E-05	2,98595E-06	1,94664E-05
1.A.2.e	all fuels	N ₂ O	25.637,78	3.799,41	4,715792563	54,33041867	54,53469623	0,00021723	0,000238851	2,07319E-05	0,000239749
1.A.2.f	all fuels	CO ₂	137.298.795,28	77.896.239,69	2,991292773	0,477890945	3,029226338	0,247388144	0,043073744	0,269614191	0,273033257
1.A.2.f	all fuels	CH ₄	178.687,13	112.297,05	5,096486656	43,75335555	44,04918044	0,005186052	0,005685217	0,000662227	0,005723656
1.A.2.f	all fuels	N ₂ O	1.204.642,54	585.537,33	2,172358222	12,232853	12,42424375	0,007627026	0,008287999	0,001471815	0,00841767
1.A.3.a	Aviation Gasoline	CO ₂	2.309.638,04	1.989.606,43	7,208274083	3,605155017	8,059550729	0,016811585	0,008299625	0,016594562	0,018554333
1.A.3.a	Aviation Gasoline	CH ₄	1.998,96	1.737,84	9,440835295	94,53433695	95,00458006	0,000173095	0,000190093	1,8984E-05	0,000191039
1.A.3.a	Aviation Gasoline	N ₂ O	23.988,04	20.812,65	7,082397935	106,2667093	106,5024594	0,002323902	0,002559128	0,000170559	0,002564806
1.A.3.b	all fuels	CO ₂	150.358.325,67	145.437.918,06	9,043221343	0,708105031	9,070902105	1,383116602	0,119163338	1,52183701	1,526495263
1.A.3.b	all fuels	CH ₄	1.094.419,88	155.584,64	16,54710708	33,40350168	37,27759542	0,006080584	0,006013482	0,002978901	0,006710873
1.A.3.b	all fuels	N ₂ O	1.164.548,70	1.250.165,54	9,075779211	28,57533935	29,98199105	0,039296933	0,041335791	0,013128611	0,04337059
1.A.3.c	all fuels	CO ₂	2.880.820,12	945.366,56	9,994240086	2,998271528	10,43429125	0,010341746	0,003279733	0,010932446	0,011413809
1.A.3.c	all fuels	CH ₄	2.309,52	371,27	9,397219036	31,97754365	33,32973183	1,29733E-05	1,37372E-05	4,03695E-06	1,43181E-05
1.A.3.c	all fuels	N ₂ O	12.636,22	4.221,23	9,397219036	70,47914277	71,10286415	0,000314671	0,000344244	4,58992E-05	0,000347291
1.A.3.d	Diesel Oil	CO ₂	2.065.668,20	758.233,67	46,84668237	2,990213043	46,94200634	0,037316025	0,002623448	0,041100702	0,041184344
1.A.3.d	Diesel Oil	CH ₄	1.674,21	543,08	44,07401962	31,95054472	54,43672027	3,09948E-05	2,00776E-05	2,76959E-05	3,42078E-05
1.A.3.d	Diesel Oil	N ₂ O	8.590,10	3.376,55	44,07401962	70,47914277	83,12537982	0,000294264	0,00027536	0,000172196	0,000324768
1.A.3.e	all fuels	CO ₂	4.751.743,58	4.140.500,22	42,26205348	2,061532073	42,37137406	0,183931463	0,009876663	0,202474688	0,202715436
1.A.3.e	all fuels	CH ₄	7.083,45	2.851,45	26,57017423	26,34742538	37,49791746	0,0001121	8,69304E-05	8,76654E-05	0,000123459
1.A.3.e	all fuels	N ₂ O	32.743,34	19.110,59	38,40244791	48,73950125	62,0877783	0,001243973	0,001077761	0,000849181	0,001372107
1.A.4.a	all fuels	CO ₂	63.949.629,39	36.399.262,55	7,443457909	1,249871978	7,547664911	0,288028764	0,05264116	0,313497913	0,317886824
1.A.4.a	all fuels	CH ₄	1.216.099,17	61.488,30	10,85502144	48,17931658	49,38702296	0,003183728	0,003427839	0,000772308	0,003513765

CRF	Kategorie	Gas	Basisjahr- emissionen [t CO ₂ -äquivalent]	Emissionen 2010 [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.4.a	all fuels	N ₂ O	144.213,47	92.343,92	6,299080905	45,15880362	45,59600821	0,00441434	0,004825231	0,000673059	0,004871946
1.A.4.b	all fuels	CO ₂	129.473.971,12	101.946.492,60	8,106406212	1,331094926	8,214964113	0,878028524	0,157017713	0,956242371	0,969048004
1.A.4.b	all fuels	CH ₄	1.200.405,63	745.689,80	14,74184293	64,53307602	66,19546687	0,051750806	0,055681112	0,012719713	0,057115474
1.A.4.b	all fuels	N ₂ O	801.899,28	417.490,33	7,061555774	26,99866371	27,90687034	0,012214852	0,013042355	0,003411255	0,013481086
1.A.4.c	all fuels	CO ₂	11.059.780,98	6.211.453,98	12,80517396	1,973337796	12,95622654	0,084372802	0,014182802	0,092033531	0,093119938
1.A.4.c	all fuels	CH ₄	178.493,92	22.677,10	18,32350188	52,49726768	55,60026808	0,001321889	0,0013775	0,000480799	0,001458997
1.A.4.c	all fuels	N ₂ O	41.727,27	31.367,28	11,39482062	42,23648113	43,66902602	0,001436088	0,001532964	0,000413572	0,001587772
1.A.5	all fuels	CO ₂	11.811.085,44	1.297.620,88	4,621171307	1,412662743	4,832270714	0,006574001	0,002121063	0,006938526	0,007255484
1.A.5	all fuels	CH ₄	235.607,83	4.358,32	4,518492723	36,2759283	36,5562546	0,000167037	0,000182938	2,27866E-05	0,000184352
1.A.5	all fuels	N ₂ O	70.377,15	9.352,49	3,442973413	57,00464648	57,10852639	0,000559962	0,000616886	3,72588E-05	0,00061801
1.B.1.a	Solid Fuels	CH ₄	18.415.177,65	2.769.917,39	0,042382478	2,282453572	37,25196872	0,108179934	0,007315367	0,000135838	0,007316628
1.B.1.b	Solid Fuels	CH ₄	18.089,82	8.407,96	3	10	10,44030651	9,20311E-05	9,72877E-05	2,91863E-05	0,000101571
1.B.1.c	Solid Fuels	CH ₄	1.806.840,00	15.057,00	20	0	20	0,000315718	0	0,000348446	0,000348446
1.B.2.a	Liquid Fuels	CO ₂	1.415,74	1.308,38	0	7,217477017	7,578350919	1,03954E-05	1,09267E-05	0	1,09267E-05
1.B.2.a	Liquid Fuels	CH ₄	716.687,61	272.768,27	0,449682203	13,28661219	5,099415197	0,001458293	0,004193488	0,000141928	0,004195889
1.B.2.b	Gaseous Fuels	CO ₂	1.408.684,49	1.166.047,44	0	9,982299838	22,32013775	0,027286244	0,013468343	0	0,013468343
1.B.2.b	Gaseous Fuels	CH ₄	7.400.083,23	6.173.910,22	4,495972334	9,400771841	9,337626104	0,060440417	0,067156979	0,032118205	0,074442186
1.B.2.c		CO ₂	280.533,56	283.544,48	0	24,03646083	25,96237023	0,007717848	0,007886041	0	0,007886041
1.B.2.c		CH ₄	409.295,41	138.242,10	0	9,918291772	14,87593247	0,002156032	0,001586516	0	0,001586516
1.B.2.c		N ₂ O	1.102,34	209,69	0	13,5159187	15,26731473	3,35636E-06	3,27935E-06	0	3,27935E-06
2.A.1		CO ₂	15.145.810,00	12.187.737,43	2,5	2	3,201562119	0,040908701	0,028204631	0,035255788	0,045149439
2.A.2		CO ₂	6.176.470,20	5.019.297,66	2,352565245	10,49013996	10,75070228	0,056573162	0,060924443	0,013663185	0,062437732
2.A.4		CO ₂	426.720,85	322.782,85	50	2	50,03998401	0,01693395	0,000746978	0,018674449	0,018689382
2.A.7.a		CO ₂	531.112,90	308.598,91	16,46360931	24,69541397	29,68019377	0,009602665	0,008818161	0,005878774	0,010598111
2.A.7.b		CO ₂	695.617,07	761.562,58	3,05662784	5,632033859	6,408024589	0,005116352	0,00496293	0,002693491	0,005646731
2.B.1		CO ₂	5.745.000,00	7.437.000,00	0,328842275	0	0,781403904	0,006092619	0	0,002829781	0,002829781
2.B.2		N ₂ O	3.384.400,15	3.030.250,64	1	5	5,099019514	0,016199287	0,017531371	0,003506274	0,017878561
2.B.3		N ₂ O	18.804.600,00	716.385,05	20	7	21,1896201	0,015914769	0,005802456	0,016578447	0,017564549
2.B.4		CO ₂	443.160,00	17.112,00	10	10	14,14213562	0,000253715	0,000198001	0,000198001	0,000280016
2.B.5		CO ₂	6.888.160,70	8.826.852,84	3,272947768	4,095990454	21,885246	0,202529357	0,041834266	0,033428146	0,05354948
2.B.5		CH ₄	252,86	431,06	15	2	15,13274595	6,83892E-06	9,97553E-07	7,48165E-06	7,54786E-06
2.B.5		N ₂ O	C	C	20	75	150	0,009750202	0,005380471	0,001434792	0,005568491
2.C.1		CH ₄	3.918,60	4.451,97	4,43111628	12,43367847	12,43420172	5,80365E-05	6,40501E-05	2,28262E-05	6,79959E-05
2.C.1		CO ₂	22.711.891,28	18.208.004,15	6,579882716	4,979952235	8,128592084	0,155170207	0,104919172	0,138627001	0,173854761
2.C.1		N ₂ O	27.613,10	17.297,52	6,925022668	60,20049477	58,05894578	0,001052892	0,001204901	0,000138603	0,001212847
2.C.2		CO ₂	429.000,00	5.500,00	50	7	50,48762225	0,000291124	4,4548E-05	0,0003182	0,000321303
2.C.3		CO ₂	1.011.923,12	550.567,45	1	15	15,03329638	0,008677516	0,009555846	0,000637056	0,009577057
2.C.3		CF ₄	1.358.500,00	114.939,50	1	0	15	0,001807554	0	0,000132995	0,000132995
2.C.3		C ₂ F ₆	193.200,00	19.688,00	1	0	15,03	0,000310235	0	2,27808E-05	2,27808E-05
2.C.4		SF ₆	197.103,30	106.546,92	0	25,73379012	25,75941358	0,002877448	0,003172576	0	0,003172576
2.C.5		HFC-134a	C	C	0	30	30	0,000663448	0,000732223	0	0,000732223
2.E		HFC-134a	C	C	10	0	10	0,000144307	0	0,000159267	0,000159267
2.E		SF ₆	167.300,00	90.449,55	10	0	10	0,000948281	0	0,001046583	0,001046583

CRF	Kategorie	Gas	Basisjahr- emissionen [t CO ₂ -äquivalent]	Emissionen 2010 [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.E		HFC-227ea	C	C	10	0	10	0,000242927	0	0,000268109	0,000268109
2.E		HFC-23	C	C	10	0	10	0,001349302	0	0,001489175	0,001489175
2.F		HFC-125	78.985,19	1.831.819,88	12,38397312	0	12,38397312	0,023783372	0	0,026248839	0,026248839
2.F		C2F6	122.529,42	73.063,51	9,418483686	0	9,418483686	0,00072146	0	0,000796249	0,000796249
2.F		C3F8	8.085,00	44.380,97	13,60276814	0	13,60276814	0,000632929	0	0,00069854	0,00069854
2.F		c-C4F8	0,00	2.003,82	12,2	0	12,2	2,563E-05	0	2,82869E-05	2,82869E-05
2.F		CF4	90.256,77	54.465,50	0	0,187127632	9,913459136	0,000566079	1,17931E-05	0	1,17931E-05
2.F		SF6	6.856.907,82	3.215.790,48	0	1,756396416	6,886845498	0,023218745	0,006535482	0	0,006535482
2.F		HFC-134a	1.991.198,80	6.555.075,40	0	5,313909985	7,072746124	0,048606732	0,040305027	0	0,040305027
2.F		HFC-143a	56.465,16	2.391.047,69	14,52482464	0	14,52482464	0,036410765	0	0,040185231	0,040185231
2.F		HFC-152a	101.239,25	51.601,54	0	0,00855928	2,142678039	0,000115918	5,11054E-07	0	5,11054E-07
2.F		HFC-227ea	445,51	77.495,11	0	4,147927472	4,68160823	0,000380365	0,00037194	0	0,00037194
2.F		HFC-23	22.882,14	254.740,97	0	4,800588696	13,09422164	0,003497109	0,001415014	0	0,001415014
2.F		HFC-236fa	0,00	10.440,17	0	9,344282743	9,344282743	0,000102278	0,000112881	0	0,000112881
2.F		HFC-32	206,00	73.036,34	7,868399224	0	7,868399224	0,000602499	0	0,000664956	0,000664956
2.F		HFC-43-10mee	C	C	2	0	2	3,81621E-06	0	4,21181E-06	4,21181E-06
3		CO2	2.552.000,00	1.583.265,20	8,016938274	0	8,016938274	0,01330739	0	0,01468688	0,01468688
3.D		N2O	C	C	19,05623538	0,622229576	47,63688391	0,014944113	0,000215434	0,006597822	0,006601338
4.A.1.a	Milchkühe	CH4	13.498.433,99	10.898.605,97	6	40	40,44749683	0,46216097	0,504426942	0,075664041	0,510070178
4.A.1.b	Rinder o. Milchkühe	CH4	11.843.533,48	8.293.993,98	3,697532602	24,65021734	24,92771964	0,216758897	0,236565714	0,035484857	0,239212274
4.A.2	other animals	CH4	1.329.574,99	1.085.169,97	7,638277178	26,15240195	27,24306453	0,030994483	0,032837999	0,009590925	0,03420994
4.B.1.a	Milchkühe	CH4	2.320.065,84	2.321.695,11	6	40	40,44749683	0,098452671	0,107456455	0,016118468	0,108658616
4.B.1.b	Rinder a. Milchkühe	CH4	1.767.607,88	1.186.062,92	3,644712252	24,29808168	24,56536058	0,030546506	0,033346253	0,005001938	0,033719312
4.B.1.a	Milchkühe	N2O	1.048.830,42	835.017,92	4,766240836	79,43734726	79,58020603	0,069667708	0,076751675	0,0046051	0,076889704
4.B.1.b	Rinder o. Milchkühe	N2O	1.020.632,29	839.617,35	2,4710738	41,18456333	41,25845695	0,036318261	0,04001135	0,002400681	0,040083305
4.B.2	other animals	N2O	96.415,79	83.743,62	8,817242803	74,95784344	75,46131687	0,006625319	0,007263336	0,000854382	0,007313414
4.B.9	Geflügel	N2O	37.565,90	45.959,96	11,14114926	55,70574632	56,80070754	0,002736932	0,002962422	0,000592484	0,00302109
4.B.8	Schweine	N2O	366.970,06	463.944,17	6,642494364	66,42494364	66,75700747	0,03247082	0,035658597	0,00356586	0,035836446
4.B.2	other animals	CH4	119.108,69	132.030,38	8,298680558	18,3103123	20,09851406	0,002782073	0,002797287	0,001267799	0,003071176
4.B.8	Schweine	CH4	2.118.013,69	1.933.103,62	7,570609779	30,28243912	30,66451659	0,062147251	0,067735029	0,016933757	0,069819669
4.D.1		N2O	29.161.431,56	24.757.123,51	17,97214944	54,02708031	56,93789215	1,477856391	1,547672314	0,514834375	1,631056107
4.D.2		N2O	2.019.681,93	1.334.458,91	40	200	203,9607805	0,285353061	0,308817948	0,06176359	0,314933748
4.D.3		N2O	16.463.147,56	13.268.016,80	141,8840081	317,0431512	353,3020814	4,914539998	4,867340408	2,178245338	5,332518673
5.A		CO2	-73.408.002,65	-25.060.617,92	3,778510781	0	37,86465124	0,994847245	0	0,109567001	0,109567001
5.A		CH4	9.084,07	3.196,14	15	0	38	0,000127333	0	5,54733E-05	5,54733E-05
5.A		N2O	60.374,25	66.252,43	179,0030712	0	179,0034857	0,012433517	0	0,013722386	0,013722386
5.B		CO2	28.761.132,54	28.272.810,60	41,33271279	0	41,33758087	1,225306414	0	1,352166668	1,352166668

CRF	Kategorie	Gas	Basisjahr- emissionen [t CO ₂ -äquivalent]	Emissionen 2010 [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 [%]
5.B		N ₂ O	199.448,92	185.156,90	84,15862648	0	84,15862648	0,016336883	0	0,018030421	0,018030421
5.C		CO ₂	11.561.918,51	9.049.930,01	38,19017982	0	40,22480641	0,381654026	0	0,399911834	0,399911834
5.D		CO ₂	2.248.393,86	2.156.480,36	40,85946914	0	41,40429554	0,093609855	0	0,101954303	0,101954303
5.E		CO ₂	2.751.623,76	2.551.372,95	25,82843371	0	32,08640677	0,085827349	0	0,076249912	0,076249912
5.G		CO ₂	116.784,72	58.286,02	100	0	100	0,006110758	0	0,00674422	0,00674422
6.A		CH ₄	38.598.000,00	8.967.000,00	12,5	0	12,5	0,117513523	0	0,129695383	0,129695383
6.B		CH ₄	2.226.211,52	70.916,58	75	0	75	0,005576218	0	0,006154268	0,006154268
6.B		N ₂ O	2.223.526,40	2.302.516,57	75	0	75	0,181048401	0	0,199816506	0,199816506
6.D		CH ₄	49.777,90	544.632,31	1,402725249	42,08175747	42,10512974	0,024041916	0,026519456	0,000883982	0,026534185
6.D		N ₂ O	13.982,61	353.845,28	1,197647243	48,55765534	48,57242274	0,018019131	0,01988101	0,000490354	0,019887057
Gesamt			1.222.215.158,896	953.826.391,267				5,873			6,305

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 vTI 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, 2011: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (Hrsg.): Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland
URL: <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=63>,
(Aufruf: 27.09.2011), 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).
- AUST, o.J.: Vorlesungsscript TC-7: Abwasserbehandlung, siehe http://www.fh-nuernberg.de/tc/lab-aust/lim/wasserbeh_1_kap5_3.pdf
- BAFA, 2011: 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: 27.09.2011), 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
- 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
- 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.
- 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)
- 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 – 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).
- 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, 2011: 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, 2011: Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e.V., Jahresbericht 2010_2011, URL: www.bve-online.de
- BYRNE, K.A., B. Chojnicki, T.R. Christensen, M. Drösler, A. Freibauer, T. Friborg, S. Froking, 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.
- Dämmgen et al. (2011a): Dämmgen, U.; Amon, B.; Gyldenkærne, S.; Hutchings, N.J.; Kleine Klausing, 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* (zur Veröffentlichung angenommen)
- 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.
- DAV, 2011: Deutscher Asphaltverband e.V., Schieffelingsweg 6, 53123 Bonn, Veröffentlichung zur Asphaltproduktion in Deutschland, <http://www.asphalt.de/site/startseite/aktuelles/asphaltproduktion/asphalt10.pdf>, (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.
- 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, 2000: Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V.: Ernährungsbericht 2000, ISBN 3-921 606-40-3
- 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, 2011: Fleet Register der Europäischen Kommission;
URL:<http://ec.europa.eu/fisheries/fleet/index.cfm?method=Search.SearchAdvanced&country=DEU>, (Aufruf 10.10.2011)
- 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>
- 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 2007-2008 (2010) ; Table D1: Dietary energy protein and fat consumption
http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/ess_test_folder/Publications/yearbook_2010/d01.xls
- 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.; GENSIOR, 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.
- GDA, 2010: Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V. (GDA) – GDA Startseite – Produktion, URL : <http://www.aluinfo.de/index.php/produktion.html> (Aufruf vom)
- GENSIOR, 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
- GICON, 2008: Implementierung der Bilanz der Emissionsursachen auf Basis der MESAP-Datenbank Bachmann, Thomas; Kalies, Heiko GICON, Großmann Ingenieur Consult GmbH Niederlassung Leipzig 2008
- 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. Issue1.0, 211 p.
- 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. (2011b): 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. (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.vti.bund.de/fileadmin/dam_uploads/Institute/AK/PDFs/SH_356.zip
- 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, 2011: 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, 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.hbfa.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, Chapter 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, 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.
- 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: Lechtenböhmer, 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/likelgatn.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 Niedermoores 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): „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): „Aufbereitung von Daten der Emissionserklärungen gemäß 11. BImSchV aus dem Jahre 2004 für die Verwendung bei der UNFCC- und UNECE-Berichterstattung - Bereich Lageranlagen“, Müller-BBM Bericht Nr. M74 244/7, UBA FKZ 3707 42 103/01, 31 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 Niedermoores.- *Archiv Acker-, Pflanzenbau und Bodenkunde*. H. 10, 20: 669-679
- MWV, 2006: Mineralölwirtschaftsverband, „Mineralölzahlen 2005“.
- MWV, 2010: Mineralölwirtschaftsverband: „Mineralölzahlen 2009“
URL: http://www.mwv.de/cms/front_content.php?idcat=10, (Aufruf: 10.11.2010), und
MWV Jahresbericht Mineralölzahlen 2009
URL: http://www.mwv.de/cms/upload/pdf/jahresberichte/2009_JB.pdf, (Aufruf: 10.11.2010), Berlin.
- MWV, 2011: Mineralölwirtschaftsverband: „Mineralölzahlen 2010“
URL: <http://www.mwv.de/index.php/daten/statistikeninfoportal>, (Aufruf: 27.09.2011), und
MWV Jahresbericht Mineralölzahlen 2010
URL: http://www.mwv.de/upload/Publikationen/dateien/JB_2010_dNrnbxXn6f7j2mf.pdf, (Aufruf: 27.09.2011), 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, 2011: Inventartool zum deutschen Flugverkehrsinventar 1990-2010, im Rahmen des F+E-Vorhabens FKZ 360 16 029: Entwicklung eines eigenständigen Modells zur Berechnung des Flugverkehrs (TREMODO-AV), Berlin, 2011. 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 Rahmen des 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 Klimaanlage. 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=Kennnummer&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=Kennnummer&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]
- 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
- 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
- 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.; KOGEL-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
- 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
- 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.psm>
- STATISTISCHES BUNDESAMT 2010a: Statistisches Bundesamt, Statistik 066 „Monatsberichte über die Elektrizitätsversorgung / Dezember 2009“ Tab. 3.2 und Tab. 5b.
- STATISTISCHES BUNDESAMT, 2010b: 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, 2010c: 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 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 10.10.2011)
- 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: Luftreinhalteung '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-Luftreinhaltekonvention“ (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>
- UMEG 2004: Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit 2004: Emissionsfaktoren-Handbuch, Emissionserklärung 2004 Baden-Württemberg
- 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/it-ems/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.
- VDD 2009: Datenübermittlung des Verbandes, Dokument in der Inventarbeschreibung als „2010_2.A.5_Bitumen_AREF_Zeitreihen_und_Unsicherheiten(offen).xls“, Dessau-Roßlau 2009
- VDD 2011: Datenübermittlung des Verbandes, Dokument in der Inventarbeschreibung als „Bitumen_AREF_Zeitreihen_und_Unsicherheiten_aktuell.xlsx“, Dessau-Roßlau 2011
- VDI, 1999: Verein Deutscher Ingenieure e.V: VDI-Richtlinie 2578 - Emissionsminderung - Glashütten, 11/1999
- 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
- 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.; Fetzer, 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