

CLIMATE CHANGE

11/2011

Berichterstattung unter der Klimarahmenkon- vention der Vereinten Nationen und dem Kyoto- Protokoll 2011

Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhaus-
gasinventar 1990 - 2009

**Berichterstattung unter der
Klimarahmenkonvention der Vereinten
Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2011**

Nationaler Inventarbericht zum Deutschen
Treibhausgasinventar 1990 - 2009

Umweltbundesamt

UMWELTBUNDESAMT

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter <http://www.uba.de/uba-info-medien/4126.html> verfügbar. Hier finden Sie auch eine englische Version.

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 2011

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 1.60 auf Basis der Datenbank ZSE mit Stand vom 17.01.2011) 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 & 4.2.6	Robert Kludt (UBA I 2.6)
Kapitel 4.2.7	Sandra Leuthold (UBA III 2.2)
Kapitel 4.2.8	Maja Bernicke (UBA III 2.2)
Kapitel 4.3.1 & 4.3.2	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	Cornelia Elsner (UBA III 1.4), David Kuntze (UBA I 2.6)
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): Claus Rösemann, Hans-Dieter Haenel
Kapitel 7.2	Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI WOI): Wolfgang Stümer, Katja Oehmichen, Thomas Riedel, Daniel Ziche, Erik Grüneberg, Nicole Wellbrock, Johanna Steuk, Karsten Dunger
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): Karsten Dunger, Katja Oehmichen, Wolfgang Stümer
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

Anhänge:

Anhang 1, 4	Michael Strogies (UBA I 2.6)
Anhang 2	Jens Langenfeld (UBA I 2.5), Kristina Jührich (UBA I 2.6), Marcus Machat (UBA E 1.1), Petra Icha (UBA I 2.5)
Anhang 2, Kapitel 18.6	Kristina Jührich (UBA I 2.6)
Anhang 2, 18.7	Michael Strogies (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 19.5.1	Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI WOI): Katja Oehmichen, Karsten Dunger, Johanna Steuk, Wolfgang Stümer, Thomas Riedel
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	29
TABELLENVERZEICHNIS	32
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	44
EINHEITEN UND GRÖßEN	50
ERKLÄRUNG DER EINLEITENDEN INFORMATIONSTABELLEN	51
0 ZUSAMMENFASSUNG (ES)	53
0.1 HINTERGRUNDINFORMATIONEN ZU TREIBHAUSGAS-INVENTAREN UND KLIMAWANDEL (ES.1)	55
0.1.1 Hintergrundinformationen zum Klimawandel (ES1.1)	55
0.1.2 Hintergrundinformationen zu den Treibhausgas-Inventaren (ES1.2)	55
0.1.3 Hintergrundinformationen zu ergänzenden Informationen wie nach Artikel 7, Absatz 1 des Kyoto-Protokolls gefordert (ES.1.3)	55
0.2 ZUSAMMENGEFASSTE EMISSIONEN VON TREIBHAUSGASEN SOWIE DEREN EINBINDUNG IN SENKEN UND EMISSIONEN UND EINBINDUNGEN AUS KP-LULUCF-AKTIVITÄTEN (ES.2)	56
0.2.1 Treibhausgas-Inventar (ES.2.1)	56
0.2.2 KP-LULUCF-Aktivitäten (ES.2.2)	59
0.3 ZUSAMMENGEFASSTE EMISSIONSSCHÄTZUNGEN UND TRENDS DER QUELL- UND SENKENGROUPE, 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	64
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 Umweltbundesamt	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	71
1.2.1.6 Verbindlicher Terminplan im Rahmen des Nationalen Systems	72
1.2.2 Übersicht über die Inventarplanung	72
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	74
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 Hauptquellgruppen (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 Hauptquellgruppen	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>	84
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>	99
1.4.1.2	Methoden	100
1.4.2	KP-LULUCF-Aktivitäten	101
1.5	KURZBESCHREIBUNG DER HAUPTQUELLGRUPPEN	101
1.5.1	Treibhausgas-Inventar (mit und ohne LULUCF)	101
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	106
1.6.1	Prozeduren zu Qualitätssicherung- und –kontrolle	106
1.6.1.1	QK/QS-Plan	106
1.6.1.2	Inventarplan	107
1.6.2	Aktivitäten zur Verifizierung	108
1.6.2.1	Verfahren zur Nutzung der Monitoring-Daten des Europäischen Emissionshandels	108
1.6.2.2	Workshop zum Nationalen System (Peer Review)	109
1.6.3	Umgang mit vertraulichen Informationen	109
1.7	GENERELLE UNSICHERHEITENSCHÄTZUNG	110
1.7.1	Treibhausgas-Inventar	110
1.7.1.1	Vorgehen zur Unsicherheitsbestimmung nach Tier 1	111
1.7.1.2	Ergebnisse der Unsicherheitschätzung	111
1.7.2	KP-LULUCF-Inventar	113
1.8	GENERELLE PRÜFUNG DER VOLLSTÄNDIGKEIT	113
1.8.1	Treibhausgas-Inventar	113
1.8.2	KP-LULUCF-Inventar	114
2	TRENDS DER TREIBHAUSGASE	114
2.1	BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS FÜR AGGREGIERTE TREIBHAUSGASEMISSIONEN	115
2.2	BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS NACH TREIBHAUSGASEN	116
2.2.1	Kohlendioxid (CO ₂)	116
2.2.2	Lachgas (N ₂ O)	117
2.2.3	Methan (CH ₄)	118
2.2.4	F-Gase	118
2.3	BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS NACH QUELLKATEGORIEN	119
2.4	BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS FÜR INDIREKTE TREIBHAUSGASE UND SO₂	121

2.5	BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS FÜR DAS KP-LULUCF-INVENTAR, FÜR AGGREGIERTE EMISSIONEN, NACH AKTIVITÄT UND TREIBHAUSGAS	123
3	ENERGIE (CRF SEKTOR 1)	125
3.1	ÜBERSICHT (CRF SEKTOR 1)	125
3.2	VERBRENNUNG VON BRENNSTOFFEN (1.A)	125
3.2.1	Vergleich des sektoralen Ansatzes mit dem Referenzverfahren	137
3.2.1.1	Vergleich mit dem CO ₂ -Referenzverfahren	137
3.2.1.2	Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A)	137
3.2.1.2.1	<i>Vergleich mit den IEA-Ergebnissen</i>	140
3.2.1.2.2	<i>Vergleich mit den für die einzelnen Bundesländer ermittelten Daten</i>	140
3.2.1.2.3	<i>Geplante Verbesserungen</i>	142
3.2.2	Internationale Bunkerbrennstoffe	142
3.2.2.1	Emissionen aus dem internationalen Verkehr (1.C.1.a/1.C.1.b)	142
3.2.2.2	Emissionen aus dem internationalen Flugverkehr (1.C.1.a)	142
3.2.2.2.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.C.1.a)</i>	142
3.2.2.2.2	<i>Methodische Aspekte (1.C.1.a)</i>	143
3.2.2.2.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.C.1.a)</i>	144
3.2.2.2.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle (1.C.1.a)</i>	144
3.2.2.2.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.C.1.a)</i>	144
3.2.2.2.6	<i>Geplante Verbesserungen (1.C.1.a)</i>	144
3.2.2.3	Emissionen aus dem internationalen Seeverkehr/ Marine (1.C.1.b)	145
3.2.2.3.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.C.1.b)</i>	145
3.2.2.3.2	<i>Methodische Aspekte (1.C.1.b)</i>	146
3.2.2.3.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.C.1.b)</i>	147
3.2.2.3.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.C.1.b)</i>	147
3.2.2.3.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnung (1.C.1.b)</i>	147
3.2.2.3.6	<i>Geplante Verbesserungen (1.C.1.b)</i>	147
3.2.3	Lagerhaltung	147
3.2.4	CO₂ Abscheidung von Abgasen und nachfolgende Speicherung (CCS)	148
3.2.5	Landesspezifische Besonderheiten	148
3.2.6	Öffentliche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung (1.A.1.a)	148
3.2.6.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.1.a)	148
3.2.6.2	Methodische Aspekte (1.A.1.a)	150
3.2.6.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.1.a)	153
3.2.6.3.1	<i>Methodik zur Bestimmung der Unsicherheiten der Emissionsfaktoren</i>	154
3.2.6.3.2	<i>Ergebnis für N₂O</i>	154
3.2.6.3.3	<i>Ergebnis für CH₄</i>	155
3.2.6.3.4	<i>Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren</i>	155
3.2.6.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.1.a)	156
3.2.6.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.1.a)	156
3.2.6.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.1.a)	156
3.2.7	Mineralölraffinerien (1.A.1.b)	157
3.2.7.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.1.b)	157
3.2.7.2	Methodische Aspekte (1.A.1.b)	158
3.2.7.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.1.b)	159
3.2.7.3.1	<i>Ergebnis für N₂O</i>	160
3.2.7.3.2	<i>Ergebnis für CH₄</i>	160
3.2.7.3.3	<i>Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren</i>	160
3.2.7.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.1.b)	160
3.2.7.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.1.b)	160
3.2.7.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.1.b)	160
3.2.8	Herstellung von festen Brennstoffen und sonstige Energieerzeuger (1.A.1.c)	161
3.2.8.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.1.c)	161
3.2.8.2	Methodische Aspekte (1.A.1.c)	163
3.2.8.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.1.c)	164
3.2.8.3.1	<i>Ergebnis für N₂O</i>	164
3.2.8.3.2	<i>Ergebnis für CH₄</i>	164
3.2.8.3.3	<i>Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren</i>	164
3.2.8.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.1.c)	165
3.2.8.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.1.c)	165
3.2.8.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.1.c)	165

3.2.9	Verarbeitendes Gewerbe (1.A.2)	165
3.2.9.1	Verarbeitendes Gewerbe - Eisenschaffende Industrie (1.A.2.a)	167
3.2.9.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.a)	167
3.2.9.1.2	Methodische Aspekte (1.A.2.a)	168
3.2.9.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.a)	169
3.2.9.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.a)	170
3.2.9.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.a)	170
3.2.9.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.a)	170
3.2.9.2	Verarbeitendes Gewerbe – Nichteisen-Metalle (1.A.2.b)	171
3.2.9.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.b)	171
3.2.9.2.2	Methodische Aspekte (1.A.2.b)	171
3.2.9.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.b)	171
3.2.9.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.b)	172
3.2.9.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.b)	172
3.2.9.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.b)	172
3.2.9.3	Verarbeitendes Gewerbe – Chemische Industrie (1.A.2.c)	172
3.2.9.4	Verarbeitendes Gewerbe – Zellstoff, Papier und Druckerzeugnisse (1.A.2.d)	173
3.2.9.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.d)	173
3.2.9.4.2	Methodische Aspekte (1.A.2.d)	173
3.2.9.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.d)	173
3.2.9.4.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.d)	174
3.2.9.4.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.d)	174
3.2.9.4.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.d)	174
3.2.9.5	Verarbeitendes Gewerbe – Zuckerherstellung (1.A.2.e)	174
3.2.9.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.e)	175
3.2.9.5.2	Methodische Aspekte (1.A.2.e)	175
3.2.9.5.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.e)	175
3.2.9.5.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.e)	175
3.2.9.5.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.e)	175
3.2.9.5.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.e)	175
3.2.9.6	Verarbeitendes Gewerbe – Weitere Branchen (1.A.2.f, Summe)	176
3.2.9.7	Verarbeitendes Gewerbe - Zementherstellung (1.A.2.f, Zement)	177
3.2.9.7.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Zement)	177
3.2.9.7.2	Methodische Aspekte (1.A.2.f, Zement)	177
3.2.9.7.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Zement)	179
3.2.9.7.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Zement)	179
3.2.9.7.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f Zement)	180
3.2.9.7.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.f, Zement)	180
3.2.9.8	Verarbeitendes Gewerbe - Keramik (1.A.2.f, Keramik)	180
3.2.9.8.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Keramik)	180
3.2.9.8.2	Methodische Aspekte (1.A.2.f, Keramik)	180
3.2.9.8.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Keramik)	181
3.2.9.8.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Keramik)	181
3.2.9.8.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Keramik)	181
3.2.9.8.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.f, Keramik)	181
3.2.9.9	Verarbeitendes Gewerbe - Glas (1.A.2.f, Glas)	181
3.2.9.9.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Glas)	181
3.2.9.9.2	Methodische Aspekte (1.A.2.f, Glas)	181
3.2.9.9.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Glas)	182
3.2.9.9.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Glas)	182
3.2.9.9.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Glas)	182
3.2.9.9.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.f, Glas)	182
3.2.9.10	Verarbeitendes Gewerbe - Kalkherstellung (1.A.2.f, Kalk)	182
3.2.9.10.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Kalk)	182
3.2.9.10.2	Methodische Aspekte (1.A.2.f, Kalk)	182
3.2.9.10.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Kalk)	183
3.2.9.10.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Kalk)	184
3.2.9.10.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Kalk)	184
3.2.9.10.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.f, Kalk)	184
3.2.9.11	Verarbeitendes Gewerbe - Weitere Energieerzeugung (1.A.2.f, Sonstige)	185
3.2.9.11.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f Sonstige)	185
3.2.9.11.2	Methodische Aspekte (1.A.2.f Sonstige)	185
3.2.9.11.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f Sonstige)	186
3.2.9.11.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f Sonstige)	186

3.2.9.11.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f Sonstige)	187
3.2.9.11.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.f Sonstige)	187
3.2.10	Transport (1.A.3)	188
3.2.10.1	Transport - Ziviler Luftverkehr (1.A.3.a)	188
3.2.10.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.a)	188
3.2.10.1.2	Methodische Aspekte (1.A.3.a)	189
3.2.10.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.a)	193
3.2.10.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.a)	194
3.2.10.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.a)	195
3.2.10.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.3.a)	196
3.2.10.2	Transport - Straßenverkehr (1.A.3.b)	197
3.2.10.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.b)	197
3.2.10.2.2	Methodische Aspekte (1.A.3.b)	197
3.2.10.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.b)	200
3.2.10.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.b)	201
3.2.10.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.b)	201
3.2.10.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.3.b)	201
3.2.10.3	Transport - Schienenverkehr (1.A.3.c)	202
3.2.10.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.c)	202
3.2.10.3.2	Methodische Aspekte (1.A.3.c)	203
3.2.10.3.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.c)	205
3.2.10.3.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.c)	205
3.2.10.3.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.c)	206
3.2.10.3.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.3.c)	207
3.2.10.4	Transport - Schiffsverkehr (1.A.3.d)	207
3.2.10.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.d)	207
3.2.10.4.2	Methodische Aspekte (1.A.3.d)	208
3.2.10.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.d)	210
3.2.10.4.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.d)	210
3.2.10.4.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.d)	211
3.2.10.4.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.3.d)	212
3.2.10.5	Transport - Übriger Verkehr (1.A.3.e)	212
3.2.10.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.e)	212
3.2.10.5.2	Methodische Aspekte (1.A.3.e)	213
3.2.10.5.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.e)	214
3.2.10.5.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.e)	214
3.2.10.5.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.e)	215
3.2.10.5.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.3.e)	216
3.2.11	Sonstige: Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Land-, Forstwirtschaft und Fischerei (1.A.4)	217
3.2.11.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.4)	217
3.2.11.2	Methodische Aspekte (1.A.4)	220
3.2.11.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.4)	222
3.2.11.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.4)	223
3.2.11.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.4)	224
3.2.11.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.4)	225
3.2.12	Andere Bereiche (1.A.5)	225
3.2.12.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.A.5)	225
3.2.12.2	Methodische Aspekte (1.A.5)	226
3.2.12.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.5)	228
3.2.12.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.5)	228
3.2.12.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.5)	228
3.2.13	Militär	229
3.3	DIFFUSE EMISSIONEN AUS BRENNSTOFFEN (1.B)	229
3.3.1	Feste Brennstoffe (1.B.1)	230
3.3.1.1	Kohlenbergbau (1.B.1.a)	232
3.3.1.1.1	Allgemeine Beschreibung der Quellgruppe Kohlenbergbau (1.B.1.a)	232
3.3.1.1.2	Methodische Aspekte (1.B.1.a)	233
3.3.1.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.a)	234
3.3.1.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.a)	235
3.3.1.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.1.a)	235
3.3.1.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.1.a)	236
3.3.1.2	Umwandlung von Kohle – Veredelung (1.B.1.b)	236
3.3.1.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.1.b)	236

3.3.1.2.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.1.b)</i>	236
3.3.1.2.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.b)</i>	237
3.3.1.2.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.b)</i>	237
3.3.1.2.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.1.b)</i>	237
3.3.1.2.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.1.b)</i>	237
3.3.1.3	<i>Andere (1.B.1.c)</i>	238
3.3.1.3.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.1.c)</i>	238
3.3.1.3.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.1.c)</i>	239
3.3.1.3.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.c)</i>	239
3.3.1.3.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.c)</i>	240
3.3.1.3.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.1.c)</i>	240
3.3.1.3.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.1.c)</i>	240
3.3.2	Öl und Erdgas (1.B.2)	240
3.3.2.1	<i>Rückrechnungen und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2 alle)</i>	241
3.3.2.2	<i>Geplante Verbesserungen (1.B.2, alle)</i>	241
3.3.2.3	<i>Öl (1.B.2.a)</i>	242
3.3.2.3.1	<i>Öl, Exploration (1.B.2.a.i)</i>	242
3.3.2.3.1.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.i)</i>	242
3.3.2.3.1.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.a.i)</i>	242
3.3.2.3.1.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.i)</i>	242
3.3.2.3.1.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.i)</i>	242
3.3.2.3.1.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.i)</i>	242
3.3.2.3.1.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.a.i)</i>	242
3.3.2.3.2	<i>Öl, Förderung und Vorbehandlung (1.B.2.a.ii)</i>	243
3.3.2.3.2.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.ii)</i>	243
3.3.2.3.2.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.a.ii)</i>	243
3.3.2.3.2.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.ii)</i>	243
3.3.2.3.2.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.ii)</i>	244
3.3.2.3.2.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.ii)</i>	244
3.3.2.3.2.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.a.ii)</i>	244
3.3.2.3.3	<i>Öl, Transport (1.B.2.a.iii)</i>	244
3.3.2.3.3.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.iii)</i>	244
3.3.2.3.3.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.a.iii)</i>	244
3.3.2.3.3.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.iii)</i>	245
3.3.2.3.3.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.iii)</i>	245
3.3.2.3.3.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.iii)</i>	245
3.3.2.3.3.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.a.iii)</i>	245
3.3.2.3.4	<i>Öl, Verarbeitung und Lagerung (1.B.2.a.iv)</i>	245
3.3.2.3.4.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.iv)</i>	245
3.3.2.3.4.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.a.iv)</i>	246
3.3.2.3.4.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.iv)</i>	247
3.3.2.3.4.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.iv)</i>	247
3.3.2.3.4.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.iv)</i>	247
3.3.2.3.4.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.a.iv)</i>	248
3.3.2.3.5	<i>Öl, Verteilung von Ölprodukten (1.B.2.a.v)</i>	248
3.3.2.3.5.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.v)</i>	248
3.3.2.3.5.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.a.v)</i>	250
3.3.2.3.5.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.v)</i>	251
3.3.2.3.5.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.v)</i>	251
3.3.2.3.5.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.v)</i>	251
3.3.2.3.5.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.a.v)</i>	251
3.3.2.3.6	<i>Öl, Sonstige (1.B.2.a.vi)</i>	251
3.3.2.3.6.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.vi)</i>	251
3.3.2.3.6.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.a.vi)</i>	251
3.3.2.3.6.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.vi)</i>	252
3.3.2.3.6.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.vi)</i>	252
3.3.2.3.6.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.vi)</i>	252
3.3.2.3.6.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.a.vi)</i>	252
3.3.2.4	<i>Erdgas (1.B.2.b)</i>	252
3.3.2.4.1	<i>Gas, Exploration; Erkundung von Gas (1.B.2.b.i.)</i>	252
3.3.2.4.1.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.i)</i>	252
3.3.2.4.1.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.b.i)</i>	252
3.3.2.4.1.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.i)</i>	252
3.3.2.4.1.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.i)</i>	253

3.3.2.4.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.i)	253
3.3.2.4.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.b.i)	253
3.3.2.4.2	<i>Gas, Herstellung und Verarbeitung (1.B.2.b.ii)</i>	253
3.3.2.4.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.ii)	253
3.3.2.4.2.2	Methodische Aspekte (1.B.2.b.ii)	254
3.3.2.4.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.ii)	254
3.3.2.4.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.ii)	254
3.3.2.4.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.ii)	255
3.3.2.4.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.b.ii)	255
3.3.2.4.3	<i>Gas, Weiterleitung (1.B.2.b.iii)</i>	255
3.3.2.4.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.iii)	255
3.3.2.4.3.2	Methodische Aspekte (1.B.2.b.iii)	255
3.3.2.4.3.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.iii)	256
3.3.2.4.3.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.iii)	256
3.3.2.4.3.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.iii)	256
3.3.2.4.3.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.b.iii)	256
3.3.2.4.4	<i>Gas, Verteilung (1.B.2.b.iv)</i>	257
3.3.2.4.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.iv)	257
3.3.2.4.4.2	Methodische Aspekte (1.B.2.b.iv)	258
3.3.2.4.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.iv)	258
3.3.2.4.4.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.iv)	258
3.3.2.4.4.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.iv)	259
3.3.2.4.4.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.b.iv)	259
3.3.2.4.5	<i>Gas, Sonstige Leckagen (1.B.2.b.v)</i>	259
3.3.2.4.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.v)	259
3.3.2.4.5.2	Methodische Aspekte (1.B.2.b.v)	259
3.3.2.4.5.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.v)	259
3.3.2.4.5.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.v)	259
3.3.2.4.5.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.v)	260
3.3.2.4.5.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.b.v)	260
3.3.2.4.6	<i>Abfackelung und Entlüftung (1.B.2.c)</i>	260
3.3.2.4.7	<i>Abfackelung und Entlüftung von Öl (1.B.2.c.i)</i>	260
3.3.2.4.7.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.c.i)	260
3.3.2.4.7.2	Methodische Aspekte (1.B.2.c.i)	261
3.3.2.4.7.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.c.i)	261
3.3.2.4.7.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.c.i)	261
3.3.2.4.7.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.c.i)	261
3.3.2.4.7.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.c.i)	261
3.3.2.4.8	<i>Abfackelung und Entlüftung von Gas (1.B.2.c.ii)</i>	261
3.3.2.4.8.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.c.ii)	262
3.3.2.4.8.2	Methodische Aspekte (1.B.2.c.ii)	262
3.3.2.4.8.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.c.ii)	262
3.3.2.4.8.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.c.ii)	262
3.3.2.4.8.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.c.ii)	262
3.3.2.4.8.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.c.ii)	262
3.3.2.5	<i>Geothermie (1.B.2.d)</i>	262
3.3.2.5.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.d)</i>	262
3.3.2.5.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.d)</i>	263
3.3.2.5.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.d)</i>	264
3.3.2.5.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und –Verifizierung (1.B.2.d)</i>	264
3.3.2.5.5	<i>Quellenspezifische Rückrechnung (1.B.2.d)</i>	264
3.3.2.5.6	<i>Geplante Verbesserungen (1.B.2.d)</i>	264
4	INDUSTRIEPROZESSE (CRF SEKTOR 2)	265
4.1	ÜBERSICHT (CRF SEKTOR 2)	265
4.2	MINERALISCHE PRODUKTE (2.A)	265
4.2.1	Mineralische Produkte: Zement (2.A.1)	266
4.2.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.1)	266
4.2.1.2	Methodische Aspekte (2.A.1)	267
4.2.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.1)	268
4.2.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.1)	268
4.2.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.1)	269
4.2.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.1)	269
4.2.2	Mineralische Produkte: Kalk (2.A.2)	269

4.2.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.2)	269
4.2.2.2	Methodische Aspekte (2.A.2)	270
4.2.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.2)	271
4.2.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.2)	271
4.2.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.2)	271
4.2.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.2)	271
4.2.3	Mineralische Produkte: Verwendung von Kalkstein und Dolomit (2.A.3)	272
4.2.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.3)	272
4.2.3.2	Methodische Aspekte (2.A.3)	273
4.2.3.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.3)	275
4.2.3.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.3)	275
4.2.3.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.3)	275
4.2.3.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.3)	276
4.2.4	Mineralische Produkte: Sodaherstellung und -nutzung (2.A.4)	276
4.2.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.4)	276
4.2.4.2	Methodische Aspekte (2.A.4)	277
4.2.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.4)	278
4.2.4.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.4)	278
4.2.4.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.4)	278
4.2.4.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.4)	278
4.2.5	Mineralische Produkte: Verwendung von Bitumen zur Dachdeckung (2.A.5)	279
4.2.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.5)	279
4.2.5.2	Methodische Aspekte (2.A.5)	279
4.2.5.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.5)	280
4.2.5.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.5)	280
4.2.5.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.5)	281
4.2.5.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.5)	281
4.2.6	Mineralische Produkte: Straßenasphaltierung (2.A.6)	281
4.2.6.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.6)	281
4.2.6.2	Methodische Aspekte (2.A.6)	281
4.2.6.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.6)	282
4.2.6.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.6)	282
4.2.6.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.6)	282
4.2.6.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.6)	282
4.2.7	Mineralische Produkte: Glas (2.A.7 Glas)	283
4.2.7.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.7 Glas)	283
4.2.7.2	Methodische Aspekte (2.A.7 Glas)	284
4.2.7.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.7 Glas)	286
4.2.7.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.7 Glas)	286
4.2.7.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.7 Glas)	287
4.2.7.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.7 Glas)	287
4.2.8	Mineralische Produkte: Keramik (2.A.7 Keramik)	287
4.2.8.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.7 Keramik)	287
4.2.8.2	Methodische Aspekte (2.A.7 Keramik)	288
4.2.8.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.7 Keramik)	289
4.2.8.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.7 Keramik)	289
4.2.8.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.7 Keramik)	290
4.2.8.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.7 Keramik)	290
4.3	CHEMISCHE INDUSTRIE (2.B)	290
4.3.1	Chemische Industrie: Ammoniakproduktion (2.B.1)	290
4.3.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.B.1)	290
4.3.1.2	Methodische Aspekte (2.B.1)	291
4.3.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.1)	292
4.3.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.1)	292
4.3.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.1)	292
4.3.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.B.1)	292
4.3.2	Chemische Industrie: Salpetersäureproduktion (2.B.2)	292
4.3.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.B.2)	292
4.3.2.2	Methodische Aspekte (2.B.2)	293
4.3.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.2)	294
4.3.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.2)	294
4.3.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.2)	294
4.3.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.B.2)	294
4.3.3	Chemische Industrie: Adipinsäureproduktion (2.B.3)	294

4.3.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.B.3)	294
4.3.3.2	Methodische Aspekte (2.B.3)	295
4.3.3.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.3)	295
4.3.3.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.3)	296
4.3.3.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.3)	296
4.3.3.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.B.3)	296
4.3.4	Chemische Industrie: Carbidproduktion (2.B.4)	296
4.3.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.B.4)	296
4.3.4.2	Methodische Aspekte (2.B.4)	296
4.3.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.4)	297
4.3.4.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.4)	297
4.3.4.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.4)	297
4.3.4.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.B.4)	297
4.3.5	Chemische Industrie - Sonstige: Emissionen aus sonstigen Produktionsprozessen (2.B.5)	298
4.3.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.B.5)	298
4.3.5.2	Methodische Aspekte (2.B.5)	299
4.3.5.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.5)	301
4.3.5.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.5)	301
4.3.5.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.5)	301
4.3.5.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.B.5)	303
4.4	METALLPRODUKTION (2.C)	303
4.4.1	Metallproduktion: Eisen- und Stahlproduktion (2.C.1)	303
4.4.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.C.1)	303
4.4.1.2	Methodische Aspekte (2.C.1)	303
4.4.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.1)	307
4.4.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.1)	308
4.4.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.1)	308
4.4.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.C.1)	309
4.4.2	Metallproduktion: Produktion von Ferrolegierungen (2.C.2)	309
4.4.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.C.2)	309
4.4.2.2	Methodische Aspekte (2.C.2)	310
4.4.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.2)	310
4.4.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.2)	310
4.4.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.2)	310
4.4.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.C.2)	310
4.4.3	Metallproduktion: Primäraluminiumproduktion (2.C.3)	311
4.4.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.C.3)	311
4.4.3.2	Methodische Aspekte (2.C.3)	311
4.4.3.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.3)	312
4.4.3.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.3)	313
4.4.3.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.3)	313
4.4.3.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.C.3)	313
4.4.4	Metallproduktion: SF₆ in der Aluminium- und Magnesiumproduktion (2.C.4)	314
4.4.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.C.4)	314
4.4.4.2	Methodische Aspekte (2.C.4)	314
4.4.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.4)	315
4.4.4.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.4)	316
4.4.4.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.4)	316
4.4.4.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.C.4)	316
4.4.5	Metallproduktion: Sonstige (2.C.5)	316
4.4.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.C.5)	316
4.4.5.2	Methodische Aspekte (2.C.5)	316
4.4.5.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.5)	317
4.4.5.4	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.5)	317
4.4.5.5	Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.C.5)	317
4.4.5.6	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.5)	317
4.5	ANDERE PRODUKTIONEN (2.D.)	317
4.5.1	Andere Produktionen: Zellstoff- und Papierherstellung (2.D.1)	317
4.5.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.D.1)	317
4.5.1.2	Methodische Aspekte (2.D.1)	318
4.5.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.D.1)	319
4.5.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.D.1)	319
4.5.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.D.1)	319

4.5.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.D.1)	319
4.5.2	Andere Produktionen: Nahrungsmittel und Getränke (2.D.2)	320
4.5.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.D.2)	320
4.5.2.2	Methodische Aspekte (2.D.2)	321
4.5.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.D.2)	322
4.5.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.D.2)	322
4.5.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.D.2)	322
4.5.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.D.2)	322
4.6	PRODUKTION VON HALOGENIERTEN KOHLENWASSERSTOFFEN UND SF₆ (2.E)	322
4.6.1	By-Product Emissionen (2.E.1)	323
4.6.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.E.1)	323
4.6.1.2	Methodische Aspekte (2.E.1)	323
4.6.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.E.1)	323
4.6.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.E.1)	324
4.6.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.E.1)	324
4.6.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.E.1)	324
4.6.2	Herstellungsbedingte Emissionen (2.E.2)	324
4.6.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.E.2)	324
4.6.2.2	Methodische Aspekte (2.E.2)	324
4.6.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.E.2)	324
4.6.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.E.2)	324
4.6.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.E.2)	325
4.6.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.E.2)	325
4.6.3	Sonstige (2.E.3)	325
4.7	VERBRAUCH VON HALOGENIERTEN KOHLENWASSERSTOFFEN UND SF₆ (2.F)	325
4.7.1	Kälte und Klimaanlageanlagen (2.F.1)	328
4.7.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.1)	328
4.7.1.2	Methodische Aspekte (2.F.1)	328
4.7.1.2.1	<i>Haushaltskälte (2.F.1.a)</i>	328
4.7.1.2.2	<i>Gewerbekälte (2.F.1.b)</i>	329
4.7.1.2.3	<i>Transportkälte (Kühlfahrzeuge und –container) (2.F.1.c)</i>	331
4.7.1.2.4	<i>Industriekälte (2.F.1.d)</i>	333
4.7.1.2.5	<i>Stationäre Klimaanlageanlagen (2.F.1.e)</i>	333
4.7.1.2.5.1	Raumklimageräte	333
4.7.1.2.5.2	Großklimaanlagen	334
4.7.1.2.5.3	Wärmepumpenanlagen	336
4.7.1.2.6	<i>Mobile Klimaanlageanlagen (2.F.1.f)</i>	336
4.7.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.1 alle)	337
4.7.1.4	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.1 alle)	338
4.7.1.5	Geplante Verbesserungen (2.F.1 alle)	348
4.7.2	Schaumherstellung (2.F.2)	348
4.7.2.1	PU-Schaumprodukte (2.F.2)	348
4.7.2.1.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (2.F.2)</i>	348
4.7.2.1.2	<i>Methodische Aspekte (2.F.2)</i>	348
4.7.2.2	PU-Montageschaum (2.F.2)	349
4.7.2.2.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (2.F.2)</i>	349
4.7.2.2.2	<i>Methodische Aspekte (2.F.2)</i>	349
4.7.2.3	XPS-Hartschaum (2.F.2)	350
4.7.2.3.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (2.F.2)</i>	350
4.7.2.3.2	<i>Methodische Aspekte (2.F.2)</i>	350
4.7.2.4	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.2)	351
4.7.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.2)	352
4.7.2.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.2)	352
4.7.3	Feuerlöschmittel (2.F.3)	352
4.7.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.3)	352
4.7.3.2	Methodische Aspekte (2.F.3)	352
4.7.3.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.3)	353
4.7.3.4	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.3)	353
4.7.3.5	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.3)	353
4.7.4	Aerosole (2.F.4)	353
4.7.4.1	Dosieraerosole (2.F.4.a)	353
4.7.4.1.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (2.F.4.a)</i>	353
4.7.4.1.2	<i>Methodische Aspekte (2.F.4.a)</i>	354
4.7.4.2	Sonstige Aerosole (2.F.4.b)	354

4.7.4.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.4.b)	354
4.7.4.2.2	Methodische Aspekte (2.F.4.b)	355
4.7.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.4 alle)	355
4.7.4.3.1	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.4 alle)	356
4.7.4.3.2	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.4 alle)	356
4.7.5	Lösemittel (2.F.5)	356
4.7.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.5)	356
4.7.5.2	Methodische Aspekte (2.F.5)	356
4.7.5.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.5)	356
4.7.5.4	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.5)	356
4.7.5.5	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.5)	356
4.7.6	Halbleiterproduktion (2.F.6)	357
4.7.6.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.6)	357
4.7.6.2	Methodische Aspekte (2.F.6)	357
4.7.6.3	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.6)	357
4.7.6.4	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.6)	357
4.7.7	Elektrische Betriebsmittel (2.F.7)	358
4.7.7.1	Anwendung elektrischer Betriebsmittel (2.F.7.a)	358
4.7.7.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.7.a)	358
4.7.7.1.2	Methodische Aspekte (2.F.7.a)	358
4.7.7.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.7.a)	360
4.7.7.1.4	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.7.a)	361
4.7.7.1.5	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.7a)	361
4.7.7.2	Anwendung in Teilchenbeschleunigern (2.F.7.b)	361
4.7.7.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.7b)	361
4.7.7.2.2	Methodische Aspekte (2.F.7.b)	361
4.7.7.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.7.b)	362
4.7.7.2.4	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.7b)	362
4.7.7.2.5	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.7b)	362
4.7.8	Sonstige (2.F.8)	362
4.7.8.1	Isolierglasfenster (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
4.7.8.2	Autoreifen (2.F.8.b)	363
4.7.8.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.b)	363
4.7.8.2.2	Methodische Aspekte (2.F.8.b)	364
4.7.8.3	Sportschuhe (2.F.8.c)	364
4.7.8.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.c)	364
4.7.8.3.2	Methodische Aspekte (2.F.8.c)	364
4.7.8.4	Spurengas (2.F.8.d)	365
4.7.8.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.d)	365
4.7.8.4.2	Methodische Aspekte (2.F.8.d)	365
4.7.8.5	AWACS Wartung (2.F.8.e)	365
4.7.8.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.e)	365
4.7.8.5.2	Methodische Aspekte (2.F.8.e)	366
4.7.8.6	Schweißen (2.F.8.f)	366
4.7.8.6.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.f)	366
4.7.8.6.2	Methodische Aspekte (2.F.8.f)	366
4.7.8.7	Optische Glasfasern (2.F.8.g)	366
4.7.8.7.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.g)	366
4.7.8.7.2	Methodische Aspekte (2.F.8.g)	366
4.7.8.8	Photovoltaik (2.F.8.h)	367
4.7.8.8.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.h)	367
4.7.8.8.2	Methodische Aspekte (2.F.8.h)	367
4.7.8.9	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.8 alle)	368
4.7.8.10	Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.8 alle)	368
4.7.8.11	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.8 alle)	370
4.7.9	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.F alle)	370
4.8	ANDERE BEREICHE (2.G.)	371
5	LÖSEMITTEL UND ANDERE PRODUKTVERWENDUNG (CRF SEKTOR 3)	372
5.1	ÜBERSICHT (CRF SEKTOR 3)	372
5.2	LÖSEMITTEL - NMVOC (3.A-3.C & 3.D)	373
5.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (3.A-3.C & 3.D)	373

5.2.2	Methodische Aspekte (3.A-3.C & 3.D)	374
5.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (3.A-3.C & 3.D)	375
5.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (3.A-3.C & 3.D)	376
5.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (3.A-3.C & 3.D)	376
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	Verwendung von N₂O als Anästhetikum (3.D.1)	379
5.3.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (3.D.1)	379
5.3.1.2	Methodische Aspekte (3.D.1)	381
5.3.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (3.D.1)	383
5.3.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (3.D.1)	383
5.3.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (3.D.1)	383
5.3.1.6	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (3.D.1)	385
6	LANDWIRTSCHAFT (CRF SEKTOR 4)	386
6.1	ÜBERBLICK (CRF SEKTOR 4)	386
6.1.1	Quellgruppen und Gesamtemissionen 1990 - 2009	386
6.1.2	Resubmission 2010	386
6.1.3	Das Emissionsinventarmodell GAS-EM	387
6.1.3.1	Zielsetzung	387
6.1.3.2	Verwendete Regelwerke und ausführlicher Bericht	387
6.1.3.3	Grundstruktur des Emissionsinventarmodelles GAS-EM	388
6.1.3.4	Das N-Fluss-Konzept	390
6.1.4	Charakterisierung der Tierbestände	391
6.1.4.1	Tierkategorien (CRF 4.A, 4.B)	391
6.1.4.2	Aktivitätsdaten (CRF 4.A, 4.B)	393
6.1.4.3	Zusätzliche Informationen (CRF 4.A, 4.B)	395
6.1.5	Charakterisierung landwirtschaftlich genutzter Böden	397
6.1.6	Gesamtunsicherheit aller Emissionen des Sektors 4	398
6.1.7	Qualitätssicherung und -kontrolle	402
6.1.7.1	Überprüfung von Eingangsdaten und Emissionsergebnissen	402
6.1.7.2	Qualitätssystem Emissionsinventare	402
6.1.7.3	Vergleiche mit den Vorjahresergebnissen	402
6.1.7.4	Verifizierung	402
6.1.7.5	Reviews und Reports	402
6.2	FERMENTATION BEI DER VERDAUUNG (4.A)	403
6.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (4.A)	403
6.2.2	Methodische Aspekte (4.A)	404
6.2.2.1	Methodik	404
6.2.2.2	Änderungen der Methodik	404
6.2.2.3	Aktivitätsdaten und zusätzliche Informationen (4.A)	405
6.2.2.4	Berechnete Emissionen (4.A)	406
6.2.2.5	Emissionsfaktoren (4.A)	406
6.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.A)	407
6.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.A)	408
6.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (4.A)	408
6.2.6	Geplante Verbesserungen (4.A)	409
6.3	WIRTSCHAFTSDÜNGER-MANAGEMENT (4.B)	410
6.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (4.B)	410
6.3.2	Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B, Methan)	411
6.3.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (4.B, Methan)	411
6.3.2.2	Methodische Aspekte (4.B, Methan)	411
6.3.2.2.1	Methodik (4.B, Methan)	411
6.3.2.2.2	Änderungen der Methodik (4.B, Methan)	412
6.3.2.2.3	Aktivitätsdaten und zusätzliche Informationen (4.B, Methan)	412
6.3.2.2.4	Berechnete CH ₄ -Emissionen (4.B, Methan)	416
6.3.2.2.5	CH ₄ -Emissionsfaktoren (4.B, Methan)	416
6.3.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.B, Methan)	416
6.3.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.B, Methan)	417
6.3.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (4.B, Methan)	419
6.3.2.6	Geplante Verbesserungen (4.B, Methan)	424
6.3.3	NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B, NMVOC)	424
6.3.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (4.B, NMVOC)	424
6.3.3.2	Methodische Aspekte (4.B, NMVOC)	424

6.3.3.2.1	<i>Methodik (4.B, NMVOC)</i>	424
6.3.3.2.2	<i>Änderungen der Methodik (4.B, NMVOC)</i>	425
6.3.3.2.3	<i>Berechnete NMVOC-Emissionen (4.B, NMVOC)</i>	425
6.3.3.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.B, NMVOC)	425
6.3.3.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.B, NMVOC)	426
6.3.3.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (4.B, NMVOC)	426
6.3.3.6	Geplante Verbesserungen (4.B, NMVOC)	426
6.3.4	N₂O- und NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B, N₂O & NO)	426
6.3.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (4.B, N ₂ O & NO)	426
6.3.4.2	Methodische Aspekte (4.B, N ₂ O & NO)	427
6.3.4.2.1	<i>Methodik (4.B, N₂O & NO)</i>	427
6.3.4.2.2	<i>Änderungen der Methodik (4.B, N₂O & NO)</i>	428
6.3.4.2.3	<i>Aktivitätsdaten und zusätzliche Informationen (4.B(b))</i>	429
6.3.4.2.4	<i>Berechnete N₂O- und NO-Emissionen</i>	431
6.3.4.2.5	<i>Emissionsfaktoren (4.B, N₂O & NO)</i>	432
6.3.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.B, N ₂ O & NO)	433
6.3.4.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.B, N ₂ O & NO)	433
6.3.4.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (4.B, N ₂ O & NO)	434
6.3.4.6	Geplante Verbesserungen (4.B, N ₂ O & NO)	437
6.4	REISANBAU (4.C)	437
6.5	LANDWIRTSCHAFTLICHE BÖDEN (4.D)	437
6.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (4.D)	437
6.5.2	Methodische Aspekte (4.D)	437
6.5.2.1.1	<i>Grundkonzept</i>	437
6.5.2.1.2	<i>Direkte N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (4.Ds1.2, 4.Ds1.3)</i>	438
6.5.2.1.3	<i>Indirekte N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden als Folge der Deposition reaktiven Stickstoffs (4.Ds1.3)</i>	439
6.5.2.1.4	<i>Indirekte N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden als Folge von Auswaschung und Oberflächenabfluss (4.Ds1.3)</i>	440
6.5.2.1.5	<i>NO-Emissionen</i>	441
6.5.2.1.6	<i>NMVOC-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden und Kulturen</i>	441
6.5.2.1.7	<i>Frac_{GASF} und Frac_{GASM}</i>	442
6.5.2.1.8	<i>Die übrigen Frac-Verhältnisgrößen</i>	442
6.5.2.2	Aktivitätsdaten und zusätzliche Informationen (4.D)	443
6.5.2.3	Berechnete Emissionen aus dem Bereich landwirtschaftlich genutzter Böden (4.D)	445
6.5.2.4	Die effektiven Emissionsfaktoren (IEF) (4.D)	446
6.5.3	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.D)	446
6.5.4	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz(4.D)	447
6.5.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (4.D)	448
6.5.6	Geplante Verbesserungen (4.D)	450
6.6	BRANDRODUNG (4.E)	450
6.7	VERBRENNEN VON ERNTERÜCKSTÄNDEN AUF DER FLÄCHE (4.F)	450
7	LANDNUTZUNG, LANDNUTZUNGSÄNDERUNG UND FORSTWIRTSCHAFT (CRF SEKTOR 5)	451
7.1	ÜBERSICHT (CRF SEKTOR 5)	451
7.2	WÄLDER(5.A)	454
7.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (5.A)	454
7.2.1.1	Verbleibende Waldfläche (Forest Land remaining Forest Land) (5.A.1)	455
7.2.1.2	Neuwaldflächen (Land converted to Forest Land) (5.A.2)	455
7.2.2	Informationen zu den für die Ermittlung der Waldflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.A)	455
7.2.2.1	Bundeswaldinventur, Inventurstudie 2008 und Datenspeicher Waldfonds	455
7.2.2.2	Bodenzustandserhebung im Wald (BZE und BioSoil)	456
7.2.2.3	GSE Forest Monitoring: Inputs für die Nationale Treibhausgasberichterstattung	457
7.2.2.4	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS®)	457
7.2.3	Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssystemen und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.A)	457
7.2.3.1	Bestimmung der Waldfläche und der Veränderung für die alten Bundesländer	458
7.2.3.2	Bestimmung der Waldfläche und der Veränderung für die neuen Bundesländer	459
7.2.4	Methodische Aspekte (5.A)	460
7.2.4.1	Biomasse	460
7.2.4.1.1	<i>Verbleibende Waldfläche</i>	460

7.2.4.1.2	Neuwaldfläche	462
7.2.4.1.3	Herleitung der Einzelbaumbiomassen	463
7.2.4.1.4	Konvertierung in oberirdische Einzelbaumbiomasse	465
7.2.4.1.5	Konvertierung in unterirdische Biomasse	467
7.2.4.1.6	Konvertierung der Einzelbaumbiomasse in Kohlenstoff	468
7.2.4.1.7	Hochrechnungsalgorithmen für den Zustand von 1987, 2002, 2008	468
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“)	469
7.2.4.1.9	Interpolation der Zeiträume hin zu jährlichen Veränderungsschätzungen	470
7.2.4.2	Totholz	470
7.2.4.2.1	Verbleibende Waldfläche	470
7.2.4.2.2	Neuwaldfläche	471
7.2.4.3	Streu	471
7.2.4.3.1	Verbleibende Waldfläche	471
7.2.4.3.2	Neuwaldflächen	471
7.2.4.3.3	Herleitung der Streuvorräte von 1990 (BZE I) und 2006 (BZE II/BioSoil)	472
7.2.4.3.4	Herleitung der Kohlenstoffvorratsänderung in der Streu in dem Zeitraum von 1990 (BZE I) bis 2006 (BZE II/Biosoil)	472
7.2.4.4	Mineralische Böden	472
7.2.4.4.1	Verbleibende Waldfläche	472
7.2.4.4.2	Neuwaldflächen	473
7.2.4.4.3	Herleitung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen	473
7.2.4.4.4	Ergebnisse der Herleitung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen	475
7.2.4.5	Organische Böden	477
7.2.4.5.1	Verbleibende Waldfläche	477
7.2.4.5.2	Neuwaldflächen	477
7.2.4.6	Sonstige Treibhausgasemissionen aus Wäldern	478
7.2.4.6.1	Kalkung	478
7.2.4.6.2	Waldbrand	478
7.2.4.6.3	Drainage	480
7.2.4.6.4	Landnutzungsänderung von Wald zu Ackerland	480
7.2.5	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5.A)	481
7.2.5.1	Unsicherheiten bei der Schätzung von Landnutzungsänderungsflächen	482
7.2.5.2	Unsicherheiten bei der Schätzung der ober- und unterirdischen Biomasse	483
7.2.5.2.1	Konvertierung von <i>Derbholz</i> volumen in <i>Baumholz</i> volumen	483
7.2.5.2.2	Baumartengruppenspezifische Raumdichten	484
7.2.5.2.3	Ableitung der unterirdischen Biomasse	485
7.2.5.2.4	Stichprobenfehler	486
7.2.5.2.5	Fehlerbudget	490
7.2.5.3	Unsicherheiten bei der Schätzung der Streu und der mineralischen Böden	491
7.2.5.3.1	Probenahmefehler	491
7.2.5.3.2	Kleinräumige Variabilität	492
7.2.5.3.3	Repräsentanz von Punkten innerhalb der Straten	492
7.2.5.3.4	Datengrundlage	492
7.2.5.3.5	Stichprobenfehler	492
7.2.5.4	Zeitreihenkonsistenz	493
7.2.6	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5.A)	493
7.2.6.1	Biomasse und Totholz	494
7.2.6.2	Streu und mineralische Böden	494
7.2.6.3	Vergleich mit Ergebnissen anderer Staaten	494
7.2.7	Quellenspezifische Rückrechnungen (5.A)	496
7.2.7.1	Verbleibender Wald	496
7.2.7.2	Neuwaldfläche	497
7.2.8	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5.A)	500
7.2.8.1	Landnutzungsänderungen	500
7.2.8.2	Streu und mineralische Böden	500
7.3	ACKERLAND (5.B)	501
7.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (5.B)	501
7.3.2	Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.B)	502
7.3.3	Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.B)	502
7.3.4	Methodische Aspekte (5.B)	503
7.3.4.1	Mineralische Böden	503

7.3.4.2	Organische Böden	504
7.3.4.3	Biomasse	504
7.3.5	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5.B)	505
7.3.6	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5.B)	506
7.3.7	Quellenspezifische Rückrechnungen (5.B)	506
7.3.8	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5.B)	506
7.4	GRÜNLAND (5.C)	507
7.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (5. C)	507
7.4.2	Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.C)	508
7.4.3	Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.C)	508
7.4.4	Methodische Aspekte (5. C)	508
7.4.5	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. C)	508
7.4.6	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. C)	508
7.4.7	Quellenspezifische Rückrechnungen (5. C)	508
7.4.8	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5. C)	508
7.5	WETLAND (5.D)	508
7.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (5. D)	509
7.5.2	Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken	509
7.5.3	Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.D)	509
7.5.4	Methodische Aspekte (5. D)	510
7.5.5	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. D)	510
7.5.6	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. D)	510
7.5.7	Quellenspezifische Rückrechnungen (5. D)	510
7.5.8	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5. D)	510
7.6	SIEDLUNGEN (5.E)	511
7.6.1	Beschreibung der Quellgruppe (5. E)	511
7.6.2	Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.E)	511
7.6.3	Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.E)	511
7.6.4	Methodische Aspekte (5. E)	511
7.6.5	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. E)	512
7.6.6	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. E)	512
7.6.7	Quellenspezifische Rückrechnungen (5. E)	512
7.6.8	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5. E)	512
7.7	SONSTIGES LAND (5.F)	512
7.7.1	Beschreibung der Quellgruppe (5. F)	512
7.7.2	Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.F)	512
7.7.3	Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.F)	512
7.7.4	Methodische Aspekte (5. F)	513
7.7.5	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. F)	513
7.7.6	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. F)	513
7.7.7	Quellenspezifische Rückrechnungen (5. F)	513
7.7.8	Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5. F)	513
7.8	ANDERE BEREICHE (5.G)	513
8	ABFALL UND ABWASSER (CRF SEKTOR 6)	514
8.1	ÜBERSICHT (CRF SEKTOR 6)	514
8.2	ABFALLDEPONIE (6.A)	514
8.2.1	Geordnete Deponierung – Deponierung von Siedlungsabfällen (6.A.1)	515
8.2.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (6.A.1)	515
8.2.1.2	Methodische Aspekte (6.A.1)	516
8.2.1.2.1	<i>Deponierte Abfallmengen</i>	518
8.2.1.2.2	<i>Abfallzusammensetzung</i>	519
8.2.1.2.3	<i>F (Methankorrekturfaktor)</i>	521
8.2.1.2.4	<i>DOC</i>	522
8.2.1.2.5	<i>DOC_F</i>	522

8.2.1.2.6	<i>F = Anteil des CH₄ am Deponiegas</i>	522
8.2.1.2.7	<i>Halbwertszeit</i>	522
8.2.1.2.8	<i>Deponiegasnutzung</i>	523
8.2.1.2.9	<i>Oxidationsfaktor</i>	524
8.2.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.A.1)	524
8.2.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/ -kontrolle und Verifizierung (6.A.1)	524
8.2.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (6.A.1)	525
8.2.1.6	Geplante Verbesserungen (6.A.1)	525
8.3	ABWASSERBEHANDLUNG (6.B)	526
8.3.1	Methanemissionen der industriellen Abwasser- und Schlammbehandlung (6.B.1)	526
8.3.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (6.B.1)	526
8.3.2	Kommunale Abwasserbehandlung (6.B.2)	527
8.3.2.1	Methanemissionen der kommunalen Abwasserbehandlung (6.B.2 Abwasserbehandlung)	527
8.3.2.1.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2 Abwasserbehandlung)</i>	527
8.3.2.1.2	<i>Methodische Aspekte (6.B.2 Abwasserbehandlung)</i>	527
8.3.2.1.3	<i>Unsicherheit und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2 Abwasserbehandlung)</i>	528
8.3.2.1.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/ -kontrolle und Verifizierung (6.B.2 Abwasserbehandlung)</i>	528
8.3.2.1.5	<i>Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2 Abwasserbehandlung)</i>	529
8.3.2.1.6	<i>Geplante Verbesserungen (6.B.2 Abwasserbehandlung)</i>	529
8.3.2.2	Methanemissionen der kommunalen Schlammbehandlung (6.B.2 Schlammbehandlung)	529
8.3.2.2.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2 Schlammbehandlung)</i>	529
8.3.2.2.2	<i>Methodische Aspekte (6.B.2 Schlammbehandlung)</i>	530
8.3.2.2.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2 Schlammbehandlung)</i>	531
8.3.2.2.4	<i>Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.B.2 Schlammbehandlung)</i>	531
8.3.2.2.5	<i>Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2 Schlammbehandlung)</i>	531
8.3.2.2.6	<i>Geplante Verbesserungen (6.B.2 Schlammbehandlung)</i>	531
8.3.2.3	Lachgasemissionen aus dem kommunalen Abwasser (6.B.2 Lachgas kommunal)	531
8.3.2.3.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2 Lachgas kommunal)</i>	531
8.3.2.3.2	<i>Methodische Aspekte (6.B.2 Lachgas kommunal)</i>	531
8.3.2.3.3	<i>Unsicherheit und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2 Lachgas kommunal)</i>	532
8.3.2.3.4	<i>Quellgruppenspezifische Qualitätssicherung/ -kontrolle und Verifizierung (6.B.2 Lachgas kommunal)</i>	533
8.3.2.3.5	<i>Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2 Lachgas kommunal)</i>	533
8.3.2.3.6	<i>Geplante Verbesserungen (6.B.2 Lachgas kommunal)</i>	534
8.4	ABFALLVERBRENNUNG (6.C)	534
8.5	ANDERE BEREICHE (6.D)	534
8.5.1	Andere Bereiche - Kompostierungsanlagen (6.D.1)	534
8.5.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (6.D.1)	534
8.5.1.2	Methodische Aspekte (6.D.1)	534
8.5.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.D.1)	535
8.5.1.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.D.1)	536
8.5.1.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (6.D.1)	536
8.5.1.6	Geplante Verbesserungen (6.D.1)	536
8.5.2	Andere Bereiche - Mechanisch-biologische Abfallbehandlung (MBA) (6.D.2)	536
8.5.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (6.D.2)	536
8.5.2.2	Methodische Aspekte (6.D.2)	537
8.5.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.D.2)	538
8.5.2.4	Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.D.2)	538
8.5.2.5	Quellenspezifische Rückrechnungen (6.D.2)	538
8.5.2.6	Geplante Verbesserungen (6.D.2)	538
9	ANDERE (CRF SEKTOR 7)	539
10	RÜCKRECHNUNGEN UND VERBESSERUNGEN	540
10.1	ERKLÄRUNG UND RECHTFERTIGUNG DER RÜCKRECHNUNGEN	540
10.1.1	Treibhausgas-Inventar	540
10.1.1.1	Generelles Vorgehen	540
10.1.1.2	Rückrechnungen im Inventar 2011 nach Quellgruppen	541
10.1.1.3	Rückrechnungen im Inventar 2011 nach Substanzen	544
10.1.1.4	Rückrechnungen als Umsetzung von Ergebnissen des Review Prozesses	545
10.1.2	KP-LULUCF-Inventar	545

10.1.2.1	Generelles Vorgehen	545
10.1.2.2	Rückrechnungen im Inventar 2010 nach Quellgruppen	546
10.1.2.3	Rückrechnungen im Inventar 2010 nach Substanzen	546
10.1.2.4	Rückrechnungen als Umsetzung von Ergebnissen des Review Prozesses	546
10.2	AUSWIRKUNG AUF DIE HÖHE DER EMISSIONEN	546
10.2.1	Treibhausgas-Inventar	546
10.2.1.1	Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 1990	548
10.2.1.2	Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 2008	549
10.2.2	KP-LULUCF-Inventar	550
10.2.2.1	Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 1990	550
10.2.2.2	Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 2008	551
10.3	AUSWIRKUNG AUF DIE EMISSIONSTRENDS UND DIE KONSISTENZ DER ZEITREIHE	551
10.3.1	Treibhausgas-Inventar	551
10.3.2	KP-LULUCF-Inventar	551
10.4	VERBESSERUNGEN DES INVENTARS	552
10.4.1	Treibhausgas-Inventar	552
10.4.2	KP & LULUCF	562
10.5	RÜCKRECHNUNGEN AUFGRUND DES IN-COUNTRY-REVIEWS 2010	562
10.5.1	Auswirkungen der infolge des In-Country-Reviews 2010 durchgeführten Rekalkulationen auf das Gesamtinventar 2010	562
10.5.2	In Saturday Letter eingegangene Findings des ERT und daraus resultierende Rückrechnungen	568
10.5.2.1	Verbrennung von Brennstoffen - Sonstige - Gichtgas (1.A.2.f)	568
10.5.2.2	Abfackelung und Entlüftung (1.B.2.c)	568
10.5.2.3	Emissionen aus der Nationalen Küsten- und Binnenschifffahrt – hier: Rückgang der Emissionen ab 2007 (1.A.3.d)	569
10.5.2.4	Emissionen aus der Fischerei – hier: Emissionen aus dem deutschen Hochseefischfang (1.A.4.c iii)	569
10.5.2.5	Emissionen aus den Industrieprozessen - Mineralische Produkte – Kalkproduktion (2.A.2)	569
10.5.2.6	Emissionen aus den Industrieprozessen - Mineralische Produkte – Sodaherstellung und –nutzung (2.A.4)	570
10.5.2.7	Emissionen aus der Chemischen Industrie: Ammoniakproduktion (2.B.1)	570
10.5.2.8	Emissionen aus der Chemischen Industrie: Salpetersäureproduktion (2.B.2)	570
10.5.2.9	4.A.1	571
10.5.2.10	4.B.1	571
10.5.2.11	Indirekte N ₂ O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden als Folge von Auswaschung und Oberflächenabfluss (4.D.3.2)	572
10.5.2.12	Geordnete Deponierung – Deponierung von Siedlungsabfällen (6.A.1)	572
11	ERGÄNZENDE INFORMATIONEN WIE NACH ARTIKEL 7, ABSATZ 1 DES KYOTO- PROTOKOLLS GEFORDERT	574
11.1	ALLGEMEINE INFORMATIONEN	574
11.1.1	Wald-Definition und andere Kriterien	574
11.1.2	Gewählte Aktivitäten unter Artikel 3, Absatz 4 des Kyoto-Protokolls	574
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	575
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	576
11.2	LANDBEZUGENE INFORMATIONEN	577
11.2.1	Methode, die für die Bestimmung der Flächengröße nach Artikel 3.3 genutzt wird	577
11.2.2	Methodik, die zur Entwicklung der Landübergangsmatrix benutzt wird	577
11.2.3	Karten und/oder Datenbanken zur Bestimmung der geografischen Position von Flächen und das zugehörige Identifizierungssystem	578
11.3	AKTIVITÄTSSPEZIFISCHE INFORMATIONEN	579
11.3.1	Methoden für Kohlenstoffbestandsänderung, Treibhausgasemissionen und Abbauschätzungen	579
11.3.1.1	Beschreibung der Methoden und der angewandten, zugrundeliegenden Annahmen	579
11.3.1.1.1	Biomasse	579
11.3.1.1.2	Totholz	579
11.3.1.1.3	Streu und Mineralischer Böden	580

11.3.1.1.4	<i>Mineralische Böden</i>	580
11.3.1.1.5	<i>Organische Böden</i>	581
11.3.1.1.6	<i>Sonstige Treibhausgasemissionen aus Wäldern</i>	581
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	581
11.3.1.3	Informationen ob indirekte oder natürliche Treibhausgase und Abbau ausgeklammert wurden oder nicht	582
11.3.1.4	Änderungen in den Daten und Methoden seit der letzten Einreichung (Rückrechnungen)	582
11.3.1.5	Schätzung der Unsicherheiten	583
11.3.1.6	Informationen über andere Methoden	583
11.3.1.6.1	<i>Vergleich mit Ergebnissen anderer Staaten</i>	583
11.3.1.7	Das Anfangsjahr einer Aktivität, falls nach 2008	585
11.4	ARTIKEL 3.3	586
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	586
11.4.2	Informationen über die Unterscheidung zwischen Ernte oder Waldstörung, die vom Neuaufbau von Wäldern gefolgt sind, und Entwaldung	586
11.4.3	Informationen über die Größe und geografische Lage von Walgebieten, die Waldabdeckung verloren haben aber nicht als entwaldet gelten	586
11.5	ARTIKEL 3.4	587
11.5.1	Informationen, die belegen, dass Aktivitäten nach Artikel 3.4 seit dem 1.Januar 1990 auftraten und vom Menschen verursacht sind	587
11.5.2	Informationen bezüglich der Kulturlächen- und Weidelandbewirtschaftung sowie der Wiederbegrünung, wenn ausgewählt, für das Basisjahr	587
11.5.3	Informationen zum zur Waldbewirtschaftung	587
11.6	WEITERE INFORMATIONEN	587
11.6.1	Hauptquellgruppenanalyse für Aktivitäten nach Artikel 3.3 und die gewählten Aktivitäten nach Artikel 3.4	587
11.7	INFORMATIONEN ZU ARTIKEL 6 (JI- & CDM-PROJEKTE / MANAGEMENT DER ERU)	587
12	INFORMATIONEN ZUR BUCHFÜHRUNG DER KYOTO-EINHEITEN	587
12.1	BACKGROUND INFORMATION	587
12.2	SUMMARY OF INFORMATION REPORTED IN THE SEF TABLES	588
12.3	DISCREPANCIES AND NOTIFICATIONS	588
12.3.1	Discrepant transactions	588
12.3.1.1	12.3.1.1 15/CMP.1 Annex I.E paragraph 12	588
12.3.2	Reversal of storage information	588
12.3.2.1	15/CMP.1 Annex I.E paragraph 13	588
12.3.3	Non-certification notifications	588
12.3.3.1	15/CMP.1 Annex I.E paragraph 14	588
12.3.4	Non-replacement notifications	589
12.3.4.1	15/CMP.1 Annex I.E paragraph 15	589
12.4	PUBLICLY ACCESSIBLE INFORMATION	589
12.4.1	15/CMP.1 Annex II.E Paragraph 32.(g)	589
12.4.2	13/CMP.1 Annex II Paragraph 45	589
12.4.3	13/CMP.1 Annex II Paragraph 46	589
12.4.4	13/CMP.1 Annex II Paragraph 47	589
12.5	CALCULATION OF THE COMMITMENT PERIOD RESERVE	590
13	INFORMATIONEN ÜBER ÄNDERUNGEN IM NATIONALEN SYSTEMS	591
14	INFORMATIONEN ZU ÄNDERUNGEN IN DEN NATIONALEN REGISTERN	592
14.1	ACTIONS AND CHANGES TO ADDRESS DISCREPANCIES	592
14.1.1	15/CMP.1 Annex I.E paragraph 17	592
14.2	CHANGE TO THE DATABASE OR THE CAPACITY OF NATIONAL REGISTRY	592
14.2.1	15/CMP.1 Annex II.E Paragraph 32.(c)	592
14.2.1.1	New user roles	593
14.2.1.2	Confidential information of account representatives	593
14.2.1.3	Restricted transactions to national accounts	593
14.3	CHANGE OF CONFORMANCE TO TECHNICAL STANDARDS	593

14.3.1 15/CMP.1 Annex II.E Paragraph 32.(d)	593
14.4 CHANGE OF DISCREPANCIES PROCEDURES	593
14.4.1 15/CMP.1 Annex II.E Paragraph 32.(e)	593
14.5 CHANGE OF SECURITY	594
14.5.1 15/CMP.1 Annex II.E Paragraph 32.(f)	594
14.5.1.1 User information at a successful login	594
14.5.1.2 User information at login behaviour	594
14.5.1.3 User information at transaction status	594
14.5.1.4 Additional authorised representative	594
14.5.1.5 Technical administrator	594
14.5.1.6 Automated interface	594
14.6 ACTIONS AND CHANGES TO ADDRESS DISCREPANCIES	595
14.6.1 15/CMP.1 Annex I.E paragraph 17	595
15 INFORMATIONEN ZUR MINIMIERUNG DER NEGATIVEN EINFLÜSSE NACH ARTIKEL 3, ABSATZ 14	595
16 WEITERE INFORMATIONEN	597
17 ANHANG 1: HAUPTQUELLGRUPPEN DES DEUTSCHEN TREIBHAUSGASINVENTARS	598
17.1 BESCHREIBUNG DER METHODE ZUR FESTLEGUNG DER HAUPTQUELLGRUPPEN	599
17.1.1 Tier-1-Verfahren	599
17.1.2 Tier-2-Verfahren	599
17.1.3 Hauptquellgruppen-Analyse für die Kyoto-Berichterstattung	600
18 ANHANG 2: DETAILLIERTE ERLÄUTERUNG DER METHODEN UND DATEN ZUR BERECHNUNG VON CO₂ EMISSIONEN AUS DER VERBRENNUNG VON BRENNSTOFFEN	601
18.1 DIE DEUTSCHE ENERGIEBILANZ	601
18.2 AUFBAU DER ENERGIEBILANZEN	602
18.3 METHODISCHE ASPEKTE: ENERGIEBEDINGTE AKTIVITÄTSRATEN	607
18.4 UNSICHERHEITEN UND ZEITREIHENKONSISTENZ DER ENERGIEBILANZ	608
18.4.1 Das Bilanzjahr 1990 und die Energiebilanzen für 1991 bis 1994	609
18.5 UNSICHERHEITEN DER AKTIVITÄTSRATEN STATIONÄRER FEUERUNGSANLAGEN	610
18.6 CO₂-EMISSIONSFAKTOREN	610
18.6.1 Methodische Vorbemerkungen	610
18.6.2 Basis-Emissionsfaktoren für CO ₂	612
18.6.3 Ermittlung der Inventar-Emissionsfaktoren für CO ₂	612
18.7 ANALYSE DER CO₂-EMISSIONEN AUS DER NICHTENERGETISCHEN VERWENDUNG VON ENERGIETRÄGERN	619
19 ANHANG 3: WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR EINZELNE QUELL- UND SENKENKATEGORIEN, INKLUSIVE KP-LULUCF-AKTIVITÄTEN	623
19.1 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE ENERGIE (1)	623
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)	623
19.1.2 Energy Industries (1.A.1)	623
19.1.2.1 Methodische Aspekte der Ermittlung der Emissionsfaktoren (Kapitel 3.2.6.2)	623
19.1.2.2 Methan-Emissionsfaktoren im Forschungsvorhaben RENTZ et al, 2002	627
19.1.2.3 CO ₂ -Emissionen aus der Abgasentschwefelung (CRF 1.A.1, Kalksteinbilanz)	627
19.1.3 Transport (1.A.3)	628
19.1.3.1 Transport - Ziviler Luftverkehr (1.A.3.a)	628
19.1.3.1.1 Ableitung der weiteren Emissionsfaktoren (1.A.3.a)	628
19.1.3.1.2 Detailübersicht der für Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren zugrunde gelegten Unsicherheiten (1.A.3.a)	632
19.1.3.2 Ableitung der Aktivitätsraten zum Straßenverkehr (1.A.3.b)	633
19.1.3.2.1 Abgleich auf die Energiebilanz	633
19.1.3.2.2 Zuordnung von Bio-Kraftstoffen, Petroleum sowie Erd- und Flüssiggas auf die Strukturelemente	635
19.1.3.2.3 Aktivitätsrate für Verdunstung	635
19.1.3.3 Ableitung der Emissionsfaktoren	636
19.1.3.3.1 Emissionsfaktoren aus TREMOD	636

19.1.3.3.2 Emissionsfaktoren für Biodiesel, Bio-Ethanol, Petroleum und Flüssiggas	636
19.1.3.4 Ableitung der Daten für West- und Ostdeutschland 1994	636
19.2 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE INDUSTRIEPROZESSE (2)	637
19.2.1 Mineralische Produkte (2.A)	637
19.2.2 Chemische Industrie (2.B)	637
19.2.3 Metall Produktion (2.C)	637
19.2.4 Andere Produktion (2.D)	637
19.2.4.1 Zellstoff- und Papierherstellung (2.D.1)	637
19.2.4.1.1 Verfahren zur Fasergewinnung	637
19.2.4.1.2 Papier und Kartonherstellung	641
19.3 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE LÖSEMITTEL UND ANDERE PRODUKTVERWENDUNG (3)	642
19.4 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE LANDWIRTSCHAFT (4)	642
19.4.1 Zur Verwendung der IPCC Guidelines 2006	642
19.5 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELL/SENKENKATEGORIE LANDNUTZUNGSÄNDERUNG UND FORSTWIRTSCHAFT (5)	649
19.5.1 Wälder (5.A)	649
19.5.1.1 Weiterführende Informationen zu dem Projekt GSE Forest Monitoring: Inputs für die Treibhausgasberichterstattung (GSE FM-INT)	649
19.5.1.1.1 Definition von Wald und Landnutzungskategorien	649
19.5.1.1.2 Datenquellen, Aufbereitung und Auswertung der Daten, Genauigkeitsanalyse	649
19.5.1.1.3 Anpassungen der Ergebnisse des GSE FM-INT-Projektes	650
19.5.1.2 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz	652
19.5.1.2.1 Fehlerbudget	652
19.5.1.3 Entwaldungsflächen (Forest Land converted to Other Land)	656
19.5.1.3.1 Beschreibung der Quellgruppe	656
19.5.1.3.2 Vorratsverlust der Entwaldungsflächen	656
19.5.1.4 Ergänzende Informationen wie nach Artikel 7 Absatz 1 des Kyoto-Protokolls gefordert	657
19.5.1.4.1 Vorgaben zur Waldbewirtschaftung und zu forstlichen Planungen nach dem Bundeswaldgesetz (BWaldG) und den Landeswaldgesetzen (LWaldG)	657
19.5.1.4.2 Gegenüberstellung der internationalen und nationalen Definitionen der Waldbewirtschaftung	661
19.5.2 Ackerland, Grünland, Feuchtgebiete, Siedlungen und andere Flächen (5.B/5.C/5.D/5.E/5.F)	662
19.5.2.1 Landflächenverteilung und Zuordnung der Nutzungskategorien	662
19.5.2.1.1 Verfahren	662
19.5.2.1.1.1 Stichprobeninventur	662
19.5.2.1.1.2 Wall to Wall – Ansatz	662
19.5.2.1.1.3 Datenquellen und deren Anpassung	663
19.5.2.1.1.4 Inkonsistenzen und Systemänderung	664
19.5.2.1.1.5 Rekonstruktion der Landnutzung 1990	665
19.5.2.1.2 Ermittlung der Flächennutzungsänderung und nutzungsänderungsbedingten Flächenwanderung	666
19.5.2.1.3 Fläche organischer Böden	670
19.5.2.2 Ermittlung der Kohlenstoffvorräte und deren Veränderungen infolge von Landnutzungsänderungen	671
19.5.2.3 Veränderungen der Kohlenstoffvorräte in Boden und Biomasse	671
19.5.2.3.1 Ableitung der EF für den Mineralboden infolge Landnutzungsänderung	671
19.5.2.3.2 Ableitung der Berechnungsgrößen (Emissionsfaktoren) für Biomasse	673
19.5.2.3.2.1 Forst, Dauerkulturen, Feuchtgebiete und Gehölze im Siedlungsbereich	673
19.5.2.3.2.2 Grünland und nicht perennierende Ackerkulturen:	673
19.5.2.4 Kalkung	676
19.5.2.5 Bestimmung der N ₂ O – Emissionen nach Konversion in Ackerland	677
19.5.2.6 Geplante Verbesserungen	677
19.5.2.7 Aktionsplan zur Lösung von Problemen, die vom ERT im Zusammenhang mit KP LULUCF festgestellt wurden	678
19.6 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE ABFALL UND ABWASSER (6)	686
19.6.1 Abfall (6.A)	686
19.6.1.1 Unsicherheiten für die Quellgruppe Abfalldeponierung	686

19.6.2 Abwasser (6.B) –Angaben zur Bestimmung der Emissionsfaktoren der Abwasser- und Schlammbehandlung (6.B.2)	688
19.6.3 Bestimmung der Lachgasemissionen in der Abwasserbehandlung (6.B.2)	688
20 ANHANG 4: CO₂ REFERENZVERFAHREN UND VERGLEICH MIT DEM SEKTORANSATZ UND RELEVANTE INFORMATIONEN ZUR NATIONALEN ENERGIEBILANZ	689
21 ANHANG 5: ÜBERPRÜFUNG DER VOLLSTÄNDIGKEIT UND DER POTENTIELL NICHT ERFASSTEN QUELLEN UND SENKEN VON TREIBHAUSGASEMISSIONEN	690
22 ANHANG 6: ZUSATZINFORMATIONEN ALS BESTANDTEIL DES NIR ODER ANDERE HILFREICHE REFERENZINFORMATIONEN	695
22.1 ZUSATZINFORMATIONEN ZUR INVENTARERSTELLUNG UND ZUM NATIONALEN SYSTEM	695
22.1.1 Festlegungen im Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung	695
22.1.2 Zusatzinformationen zum Qualitätssystem Emission	698
22.1.2.1 Mindestanforderungen an ein System zur Qualitätskontrolle und –sicherung	698
22.1.2.1.1 Einführung	698
22.1.2.1.2 System zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung	698
22.1.2.1.3 Zuständige Stelle für die Koordinierung der QK/QS Aktivitäten	699
22.1.2.1.4 QK/QS Plan	700
22.1.2.1.5 Allgemeine Qualitätskontrolle	700
22.1.2.1.6 Quellgruppenspezifische Qualitätskontrolle	701
22.1.2.1.7 Verfahren zur Qualitätssicherung	702
22.1.2.1.8 Verfahren zur Berichterstattung	702
22.1.2.1.9 Dokumentation und Archivierung	702
22.1.2.1.10 Anlage 1: Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei der Emissionsberichterstattung im Umweltbundesamt	704
22.1.2.1.10.1 Einführung	704
22.1.2.1.10.2 System zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung	704
22.1.2.1.10.2.1 Zuständige Stelle für die Koordinierung der QK/QS Aktivitäten im UBA	704
22.1.2.1.10.2.2 Verfahren zur Berichterstattung	705
22.1.2.1.10.3 QK-Plan, QS-Plan und Inventarplan	707
22.1.2.1.10.4 Verfahren zur allgemeinen und quellgruppenspezifischen Qualitätskontrolle	709
22.1.2.1.10.5 Verfahren zur Qualitätssicherung	710
22.1.2.1.10.6 Dokumentation und Archivierung	710
22.1.2.1.11 Anhang 2: Beispiel einer allgemeinen Checkliste für die Rolle Fachverantwortlicher	711
22.1.3 Das Datenbanksystem Zentrales System Emissionen	715
22.2 ERGÄNZENDEN INFORMATIONEN WIE NACH ARTIKEL 7, ABSATZ 1 DES KYOTO-PROTOKOLLS GEFORDERT	716
22.2.1 KP-LULUCF	716
22.2.2 Standard Electronic Format (SEF) Tabellen	717
22.2.2.1 Standard Electronic Format for the reported year 2009	717
22.2.3 Detailliertere Informationen über das nationale System und Änderungen im nationalen System	720
22.2.4 Weitere detaillierte Informationen zu den Nationalen Registern und der Buchführung der Kyoto-Einheiten	721
22.2.4.1 LIST OF TRANSACTIONS FORWARDING CER FROM THE CDM REGISTRY TO ACCOUNTS IN THE GERMAN REGISTRY	721
22.2.4.2 LIST OF RECONCILIATION RESULTS	723
22.2.4.3 SCREENSHOTS OF PUBLICLY AVAILABLE INFORMATION	729
22.2.4.4 List of publicly available information for each account	737
22.3 ZUSATZINFORMATIONEN ZU DEN TRENDS DER TREIBHAUSGASE	738
23 ANHANG 7: TABELLE 6.1 DER IPCC GOOD PRACTICE GUIDANCE	744
24 REFERENZEN	750

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland seit 1990, nach Treibhausgasen'	56
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	99
Abbildung 16:	Relative Entwicklung der Treibhausgase gegenüber 1990	116
Abbildung 17:	Relative Entwicklung der F-Gase gegenüber 1995	119
Abbildung 18:	Emissionsentwicklung der indirekten Treibhausgase und von SO ₂	123
Abbildung 19:	Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 1	125
Abbildung 20:	Merkmale der UBA-Struktur der Bilanz der Emissionsursachen zur Disaggregation der Energiebilanz	129
Abbildung 21:	CO ₂ -Emissionen in Deutschland – Vergleich nationaler und internationaler Berechnungsergebnisse	139
Abbildung 22:	CO ₂ -Emissionen in Deutschland – Vergleich der relativen Abweichungen nationaler und internationaler Berechnungsergebnisse	139
Abbildung 23:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen des von Deutschland abgehenden internationalen Flugverkehrs 1990 - 2009	143
Abbildung 24:	Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Internationalen Seeverkehrs 1990 – 2009	146
Abbildung 25:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.a	149
Abbildung 26:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.b	158
Abbildung 27:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.c	162
Abbildung 28:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen in Quellgruppe 1.A.2.a	168
Abbildung 29:	Entwicklung der Brennstoffeinsätze der Quellgruppe 1.A.2.f	176
Abbildung 30:	Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des nationalen Flugverkehrs 1990- 2009	189
Abbildung 31:	Überarbeiteter Splitfaktor nationaler/internationaler Flugverkehr 1990-2009	191

Abbildung 32: Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Schienenverkehrs 1990-2009 (ohne Emissionen aus der Erzeugung von Bahnstrom)	203
Abbildung 33: Entwicklung der Treibhausgasemissionen der Binnenschifffahrt 1990 – 2009.....	208
Abbildung 34: Änderung der Gesamtemission von 1.A.4 in Abhängigkeit von der Temperatur	218
Abbildung 35: Verlauf des Energieverbrauchs von 1.A.4 nach 4 Brennstoffkategorien.....	219
Abbildung 36: Entwicklung der CO ₂ -Emissionen der Quellgruppe 1.A.5	226
Abbildung 37: Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des militärischen Verkehrs 1990-2009..	228
Abbildung 38: Emissionen für CO ₂ , CH ₄ , NMVOC, SO ₂ und CO der Quellgruppe 1.B.	230
Abbildung 39: Gegenüberstellung von verwertetem und emittiertem CH ₄ aus Grubengas	239
Abbildung 40: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 2.....	265
Abbildung 41: Zeitlicher Verlauf und Quellgruppenzuordnung der aus dem Reduktionsmitteleinsatz zur Primärstahlerzeugung bzw. Gichtgasaufkommen resultierenden CO ₂ -Emissionen	305
Abbildung 42: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 3.....	372
Abbildung 43: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 4.....	386
Abbildung 44: Logik der nationalen Methodik für die Emissionsberechnungen in der Tierhaltung...	389
Abbildung 45: Konzept, thematische Inhalte und räumliche Auflösung des GAS-EM Modells.....	390
Abbildung 46: Überblick über Landnutzungskategorien und Subkategorien sowie Datenquellen, Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren im Deutschen Berichtssystem LULUCF	452
Abbildung 47: Überblick über mögliche Landnutzungsänderungen und damit verbundene Algorithmen zur Abschätzung der damit in Verbindung stehenden Emissionen der Einbindung von CO ₂	453
Abbildung 48: Emissionsentwicklung im LULUCF-Sektor seit 1990.....	454
Abbildung 49: Kohlenstoffvorräte für die unterirdische und oberirdische Biomasse im Wald für die Jahre 1987/1993, 2002 und 2008	462
Abbildung 50: 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 (mitte) und den "high leverage"-Punkten (rechts) am Beispiel der neu gebildeten Leitbodeneinheit Podsol-Parabraunerde / Podsol- Fahlerde / Fahlerde / Braunerde aus sandigen Deckschichten über Geschiebelehm.....	475
Abbildung 51: Waldbrandflächen zwischen 1990 und 2009 (nach BLE, 2010)	479
Abbildung 52: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 6.....	514
Abbildung 53: Die Veränderung der Entsorgungspfade des Hausmülls zwischen 1990 und 2009 mit Zwischenjahren	516
Abbildung 54: Trend in der Zusammensetzung des Hausmülls (ABL) zwischen 1980 und und 2008.....	520
Abbildung 55: Trend in der Zusammensetzung des Sperrmülls (ABL) zwischen 1980 und 2008 ...	520
Abbildung 56: Änderung der Gesamtemissionen über alle Kategorien im Vergleich zur Resubmission 2010 für die gesamte Zeitreihe.....	544
Abbildung 57: Rückrechnung der schadstoffbezogenen Gesamtemission über alle Quellgruppen im Vergleich zur Resubmission 2010, für die gesamte Zeitreihe	545
Abbildung 58: Rückrechnungen aller Treibhausgase 1990.....	549
Abbildung 59: Rückrechnungen aller Treibhausgase 2008.....	550
Abbildung 60: Auswirkungen der in Resubmission 2010 gegenüber der Submission 2010 vorgenommenen Rückrechnungen auf das Gesamtinventar 1990 - 2008	568
Abbildung 61: Commitment Period Holding (CPH) in 2009	591

Abbildung 62:	Zeilenstruktur der Energiebilanzen bis 1994 sowie ab 1995	604
Abbildung 63:	Energieträger der Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland	606
Abbildung 64:	Basis- und Inventar-Emissionsfaktoren für CO ₂	611
Abbildung 65:	Methodik der Emissionsfaktorenberechnung	625
Abbildung 66:	Karte von Thüringen mit den Landnutzungskategorien Aufforstung (gelb), Entwaldung (rot) und Waldbewirtschaftung (grün)	652
Abbildung 67:	Zuständigkeiten und Datenflüsse zwischen den Institutionen bei der Ausarbeitung der Submissionen für LULUCF und KP-LULUCF. UBA koordiniert die endgültige Abstimmung über NIR-und Reporting-Tabellen ("Ressortabstimmung") nach der Fertigstellung des Entwurfs ZSE, CRF-Tabellen und Entwurf des NIR. Dieses Verfahren ist in der Abbildung nicht enthalten.	683
Abbildung 68:	Übersicht zum gesamten Prozess der Emissionsberichterstattung	706
Abbildung 69:	Steuerung und Dokumentation im Rahmen des NaSE und des QSE	708

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe	58
Tabelle 2:	Anteile an der Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe	58
Tabelle 3:	Global Warming Potential (GWP) der Treibhausgase.....	81
Tabelle 4:	QSE - Rollen und Verantwortlichkeiten	83
Tabelle 5:	Anzahl der Quellgruppen und Hauptquellgruppen	102
Tabelle 6:	Ergebnis der Hauptquellgruppenanalyse KP-LULUCF	103
Tabelle 7:	Hauptquellgruppen für Deutschland gemäß Tier 1-Ansatz	104
Tabelle 8:	Hauptquellgruppen für Deutschland, die sich nur aufgrund des Tier 2-Ansatzes ergeben	105
Tabelle 9:	Inventarplan 2011	107
Tabelle 10:	Emissionen von direkten und indirekten Treibhausgasen und SO ₂ in Deutschland seit 1990	115
Tabelle 11:	Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO ₂ in Deutschland seit dem jeweiligen Bezugsjahr	115
Tabelle 12:	Veränderungen der Treibhausgas-Emissionen in Deutschland nach Quellgruppen, seit 1990 / seit dem jeweils letzten Jahr	121
Tabelle 13:	Emissionen von 2008 und 2009 für die KP-LULUCF-Aktivitäten Aufforstung und Entwaldung unter Artikel 3.3 und Waldbewirtschaftung unter Artikel 3.4	123
Tabelle 14:	Struktur der Bilanz der Emissionsursachen - Öffentliche Versorgung – Quellgruppe 1.A.1.a	131
Tabelle 15:	Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – Raffinerien – Quellgruppe 1.A.1.b.....	132
Tabelle 16:	Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – Kohlenbergbau und übriger Umwandlungsbereich – Quellgruppe 1.A.1.c.....	133
Tabelle 17:	Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – Quellgruppen 1.A.2.a - f.....	134
Tabelle 18:	Struktur der Bilanz der Emissionsursachen - Sonstige Industriekraftwerke und Industriekessel – Quellgruppe 1.A.2.f sonstige.....	135
Tabelle 19:	Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – bereits ins ZSE integrierte Strukturelemente – Quellgruppen 1.A.4 und 1.A.5.a	136
Tabelle 20:	Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – Erdgasverdichterstationen – Quellgruppe: 1.A.3.e	136
Tabelle 21:	Vergleich der CO ₂ -Inventare mit anderen unabhängigen nationalen und internationalen Ergebnissen der CO ₂ Emissionen	138
Tabelle 22:	Vergleich der Ergebnisse der CO ₂ -Berechnungen der einzelnen Bundesländer mit den Bundesinventaren.....	141
Tabelle 23:	Entwicklung des internationalen Anteils am Gesamt-Kerosinverbrauch seit 1990	143
Tabelle 24:	Anpassung des Anteils des internationalen Flugverkehrs am Gesamt-Kerosinverbrauch 1990-2008	144
Tabelle 25:	Auswirkungen der beschriebenen Rekalkulationen auf die Emissionen der Quellgruppe 1.C.1.a – Internationaler Flugverkehr 1990-2008.....	144
Tabelle 26:	verwendete Aktivitätsdaten in der Energiebilanz 1.C.1.b	146
Tabelle 27:	CO ₂ -Emissionen aus der Gichtgasverbrennung in öffentlichen Kraftwerken.....	151
Tabelle 28:	Technologische Emissionsfaktoren für Lachgas aus GFA	153
Tabelle 29:	Technologische Emissionsfaktoren für Lachgas aus Anlagen < 50 MW FWL	153

Tabelle 30:	Rückrechnungen für CO ₂ in CRF 1.A.2.a.....	170
Tabelle 31:	Eingesetzte Sekundärbrennstoffe in der Zellstoff- und Papierindustrie: CO ₂ - Emissionsfaktoren und biogener Anteil.....	173
Tabelle 32:	Eingesetzte Sekundärbrennstoffe in der Zementindustrie: Emissionsfaktoren und biogener Anteil.....	179
Tabelle 33:	Eingesetzte Ersatzbrennstoffe in der Kalkindustrie: Emissionsfaktoren und biogener Anteil.....	183
Tabelle 34:	Rückrechnungen für CO ₂ in CRF 1.A.2.f Sonstige	187
Tabelle 35:	Entwicklung des nationalen Anteils seit 1990 - nach IFEU & ÖKO-INSTITUT 2010 .	191
Tabelle 36:	Emissionsfaktoren für Flugbenzin (1990-2009)	193
Tabelle 37:	Überarbeitung des Splitfaktors nationaler an gesamtem Flugverkehr 1990-2002.....	195
Tabelle 38:	Überarbeitung des Kerosinverbrauchs des gesamten von deutschen Flughäfen ausgehenden Flugverkehrs.....	195
Tabelle 39:	Entwicklung der in 1.A.3.a mitverbrannten Schmierstoffe und der daraus resultierenden erstmals berichteten CO ₂ -Emissionen ab 1990	196
Tabelle 40:	Auswirkungen der beschriebenen Überarbeitungen des Inventars auf die berichteten Treibhausgas-Emissionen 1990-2008.....	196
Tabelle 41:	Emissionen des Straßenverkehrs.....	198
Tabelle 42:	Unterscheidung von Minderungstechniken im Straßenverkehr	199
Tabelle 43:	Rekalkulierte Treibhausgasemissionen des Straßenverkehrs	201
Tabelle 44:	Quellennachweis für AR in 1.A.3.c.....	204
Tabelle 45:	Gegenüberstellung der verwendeten EF und Default- EF und vorhandener Default-EF	205
Tabelle 46:	Rekalkulierte Aktivitätsdaten (1.A.3.c).....	206
Tabelle 47:	Gegenüberstellung der letztjährig und aktuell verwendeten EF(CH ₄) (1.A.3.c).....	206
Tabelle 48:	Entwicklung der in 1.A.3.c mitverbrannten Schmierstoffe und der daraus resultierenden erstmals berichteten CO ₂ -Emissionen ab 1990	206
Tabelle 49:	Einfluss der Rekalkulationen auf die Gesamt-Treibhausgasemissionen der Quellgruppe seit 1990 exklusive CO ₂ aus Biodiesel (1.A.3.c)	207
Tabelle 50:	Einfluss der Rekalkulationen auf die CO ₂ -Emissionen aus Biodiesel 2006 (1.A.3.c).....	207
Tabelle 51:	Quellennachweis für AR in 1.A.3.d.....	208
Tabelle 52:	Entwicklung der in 1.A.3.d mitverbrannten Schmierstoffe und der daraus resultierenden erstmals berichteten CO ₂ -Emissionen ab 1990	211
Tabelle 53:	Gegenüberstellung der letztjährig und aktuell verwendeten EF(CH ₄)	211
Tabelle 54:	Anpassung infolge des Umstiegs von berechneten auf Energiebilanz-Werte	211
Tabelle 55:	Einfluss der Rekalkulationen auf die Gesamt-Treibhausgasemissionen der Quellgruppe seit 1990 exklusive CO ₂ aus Biodiesel	212
Tabelle 56:	Einfluss der Rekalkulationen auf die CO ₂ -Emissionen aus Biodiesel 2006.....	212
Tabelle 57:	an das überarbeitete Modell TREMOD-MM angepasste EF(CH ₄) für den Bauwirtschaftlichen Verkehr ab 1990 (in [kg/TJ]).....	215
Tabelle 58:	Vergleich der im Vorjahr und mit der aktuellen Berichterstattung berichteten Methan-Emissionen des Bauwirtschaftlichen Verkehrs 1990-2008	216
Tabelle 59:	Vergleich der im Vorjahr und mit der aktuellen Berichterstattung berichteten Treibhausgas-Emissionen des Bauwirtschaftlichen Verkehrs 1990-2008	216
Tabelle 60:	Sektorale Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen der Haushalte und Kleinverbraucher für das Bezugsjahr 2005	222

Tabelle 61:	Sektorale Emissionsfaktoren für mobile Quellen der Haushalte, des landwirtschaftlichen Verkehrs sowie der Fischerei.....	222
Tabelle 62:	Emissionsberechnung mit landesspezifischen Tier 2/3 Emissionsfaktoren und mit den Tier 1 Default-Emissionsfaktoren nach (IPCC 2006)	224
Tabelle 63:	Sektorale Emissionsfaktoren für das Militär	227
Tabelle 64:	Entwicklung der in 1.A.5.b mitverbrannten Schmierstoffe und der daraus resultierenden erstmals berichteten CO ₂ -Emissionen ab 1990	228
Tabelle 65:	Auswirkungen auf die für 1.A.5.b berichteten Gesamt-Emissionen.....	229
Tabelle 66:	Zuordnung von Methanemissionen zu Bereichen des CRF	231
Tabelle 67:	Berechnung von Methanemissionen aus dem Kohlenbergbau für 2009	232
Tabelle 68:	Emissionsfaktoren für CH ₄ aus dem Kohlenbergbau für das Jahr 2009.....	235
Tabelle 69:	Rückrechnungen für Kohlendioxid und Methan für die Quellgruppe 1.B.2	241
Tabelle 70:	Aktivitätsraten zur Berechnung der Emissionen unter 1.B.2.a.v	249
Tabelle 71:	Emissionsfaktoren für Betankung und Umfüllen/Lagerung von Ottokraftstoffen	249
Tabelle 72:	Gasverteilungsnetz (1.B.2.b.iii und 1.B.2.b.iv) und verursachte Methanemissionen.	257
Tabelle 73:	Struktur des Gasverteilungsnetzes	258
Tabelle 74:	Produktion und CO ₂ -Emissionen der deutschen Zementindustrie.....	267
Tabelle 75:	Produktion und CO ₂ -Emissionen der deutschen Kalkindustrie	270
Tabelle 76:	Kalksteinbilanz für die Verwendung von Kalkstein in Bereichen mit und ohne Emissionsrelevanz an Kohlendioxid.....	273
Tabelle 77:	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“)	275
Tabelle 78:	Aktivitätsraten und nutzungsbedingte CO ₂ -Emissionen seit 1990.....	277
Tabelle 79:	Herstellung und Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen mit Bitumen und dazugehörige AR und EF	280
Tabelle 80:	Emissionsfaktoren bei der Herstellung Asphaltmischgut	282
Tabelle 81:	Aktivitätsraten und prozessbedingte CO ₂ -Emissionen seit 1990.....	284
Tabelle 82:	Glas: Aktivitätsraten der einzelnen Branchensektoren (Glassorten).....	285
Tabelle 83:	Scherbenanteil der einzelnen Glassorten	285
Tabelle 84:	CO ₂ -Emissionsfaktoren für verschiedene Glassorten (berechnet im Vergleich mit Angaben des CORINAIR-Handbuchs).....	286
Tabelle 85:	Aktivitätsraten und prozessbedingte CO ₂ -Emissionen der keramischen Industrie (CRF 2.A.7.b) (gerundet).....	288
Tabelle 86:	IPCC Default Emissionsfaktoren für CH ₄ aus sonstigen Prozessen der Chemischen Industrie.....	299
Tabelle 87:	nationale Emissionsfaktoren für CH ₄ aus sonstigen Prozessen der Chemischen Industrie.....	300
Tabelle 88:	In Deutschland verwendete Emissionsfaktoren für sonstige Schadstoffe	300
Tabelle 89:	Meldenummern der Produktionsstatistik	301
Tabelle 90:	Rekalkulation der CO ₂ Emissionen aus der Methanolherstellung (2.B.5).....	302
Tabelle 91:	CO ₂ -Emissionen aus der Primärstahlerzeugung (einschließlich Gichtgasnutzung) ..	305
Tabelle 92:	Kalksteineinsatz und daraus resultierende CO ₂ -Emissionen bei der Sinter- und Roheisenerzeugung	306
Tabelle 93:	Insgesamt unter 2.C.1 zu berichtende prozessbedingte Emissionen	307
Tabelle 94:	Rückrechnung der unter 2.C.1 berichteten prozessbedingten CO ₂ -Emissionen aus der Eisen- und Stahlerzeugung	309

Tabelle 95:	Quellenspezifische Rückrechnungen - Produktion von Ferrolegierungen (2.C.2).....	310
Tabelle 96:	AR und prozessbedingte EF der Primäraluminiumproduktion im Jahr 2009	312
Tabelle 97:	IPCC Default Emissionsfaktoren für SO ₂ , NO _x CO, NMVOC aus der Produktion von Zellstoff	318
Tabelle 98:	Reale Emissionsfaktoren der deutschen Anlagen aus der Produktion von Zellstoff. (deutscher Beitrag zur Revision des BVT-Merkblattes für die Papier und Zellstoffindustrie 2007)	318
Tabelle 99:	Zellstoff- und Papierherstellung, produzierte Mengen	319
Tabelle 100:	NMVOC-Emissionen aus der Nahrungsmittelindustrie (2 D 2)	321
Tabelle 101:	Überblick über Methoden und verwendete Emissionsfaktoren für das aktuelle Berichtsjahr in der Quellgruppe 2.F - <i>Verbrauch von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF₆</i>	326
Tabelle 102:	Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der Aktivitätsraten (AR) und der Emissionen (EM) in der Anwendung und der Entsorgung von HFKW-134a in stationären Großklimaanlagen der Quellgruppe 2.F.1.e.....	339
Tabelle 103:	Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der Aktivitätsraten (AR) und der Emissionen (EM) in der Produktion und Anwendung von HFKW-125, HFKW-134a, HFKW-143a und HFKW-32 in Wärmepumpen der Quellgruppe 2.F.1.e.	341
Tabelle 104:	Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der Aktivitätsraten (AR) und der Emissionen (EM) in der Produktion, Anwendung und Entsorgung von HFKW-134a in Busklimaanlagen der Quellgruppe 2.F.1.f.	343
Tabelle 105:	Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der Aktivitätsraten (AR) und der Emissionen (EM) in der Produktion, Anwendung und Entsorgung von HFKW-134a in Klimaanlagen von Landmaschinen der Quellgruppe 2.F.1.f.	344
Tabelle 106:	Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der Aktivitätsraten (AR), des Emissionsfaktors (EF) und der Emissionen (EM) in der Produktion und Anwendung von HFKW-134a in Klimaanlagen von Schiffen der Quellgruppe 2.F.1.f.	345
Tabelle 107:	Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der Aktivitätsraten (AR) und der Emissionen (EM) in der Produktion, Anwendung und Entsorgung von HFKW-134a in Klimaanlagen von Nutzfahrzeugen der Quellgruppe 2.F.1.f.	346
Tabelle 108:	Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der Emissionen (EM) der Produktion und der Aktivitätsraten (AR), Emissionsfaktoren (EF) und Emissionen (EM) in Anwendung von HFKW-134a in Klimaanlagen von Schienenfahrzeugen der Quellgruppe 2.F.1.f.....	347
Tabelle 109:	Inventardaten 2009 der Quellgruppe 2.F.7 mit Unterquellgruppen	360
Tabelle 110:	Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der Aktivitätsraten (AR), der Emissionen (EM) und der Emissionsfaktoren (EF) für SF ₆ , NF ₃ und CF ₄ in der Produktion photovoltaischer Zellen in der Quellgruppe 2.F.8.h.....	369
Tabelle 111:	Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der Aktivitätsraten (AR) und der Emissionen (EM) für SF ₆ in der Quellgruppe 2.F.8.a - Isolierglasfenster.	370

Tabelle 112:	Quellenspezifische Rückrechnungen in 3.A-D für die NMVOC - Lösemittlemissionen.....	377
Tabelle 113:	Quellenspezifische Rückrechnungen in 3.A-D für die CO ₂ -Äquivalent - Lösemittlemissionen.....	378
Tabelle 114:	Rekalkulation für Sprengstoffe	384
Tabelle 115:	Rekalkulation der Lachgasemissionen aus dem Anästhesieeinsatz.....	384
Tabelle 116:	Charakterisierung der Tierbestände nach IPCC und die für die deutsche Emissionsberichterstattung verwendete Einteilung.....	392
Tabelle 117:	Zahl der in die deutsche Berichterstattung eingehenden Tierplätze (4.A, 4.B).....	395
Tabelle 118:	Mittlere Tiergewichte (4.B).....	396
Tabelle 119:	Mittlere tägliche Milchleistung bei Milchkühen (kg/Tag) (4.A)	396
Tabelle 120:	Mittlere Trächtigkeit (4.A)	396
Tabelle 121:	Mittlere tägliche Bruttoenergie-Aufnahme (GE) (4.A)	397
Tabelle 122:	Verdaulichkeit des Futters (4.A)	397
Tabelle 123:	Gesamtunsicherheitsberechnung für die Emissionen des Sektors 4 (Tierhaltung und Nutzung landwirtschaftlicher Böden).....	400
Tabelle 124:	Methan-Umwandlungsfaktor (4.A).....	405
Tabelle 125:	CH ₄ -Emissionen E _{CH₄} aus der Tierhaltung (Verdauung) (4s1.A)	406
Tabelle 126:	CH ₄ -Emissionen aus der Verdauung (4.A.1.a).....	406
Tabelle 127:	CH ₄ -Emissionsfaktoren aus der Tierhaltung (Verdauung) (4.A.1.a)	407
Tabelle 128:	CH ₄ -Emissionsfaktoren (Verdauung) bei den übrigen Rindern für 2009 im Vergleich mit den Defaultwerten für West-Europa nach IPCC (1996b)-4.11, Table 4-4 und IPCC (2006)-10.29, Table 10.11.....	407
Tabelle 129:	Im Inventar verwendete Emissionsfaktoren (Verdauung) für Schafe, Ziegen, Großpferde, Kleinpferde und Ponys, Esel und Maultiere sowie Büffel	407
Tabelle 130:	Methan-Emissionen aus der Verdauung bei Milchkühen verschiedener Länder im Vergleich des resultierenden Emissionsfaktors (IEF). Angaben für Deutschland für 2009, Daten anderer Länder für 2008.....	408
Tabelle 131:	Vergleich der 2011 und 2010 berichteten resultierenden CH ₄ -Emissionsfaktoren (4.A)	409
Tabelle 132:	Vergleich der der 2011 und 2010 berichteten CH ₄ -Emissionen (Verdauung) (4.A) ...	409
Tabelle 133:	Tägliche VS-Ausscheidung pro Tier für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel (ohne Gänse)(4.B(a)s1)	412
Tabelle 134:	Tägliche VS-Ausscheidung pro Tierplatz für Schafe, Ziegen, Pferde, Esel und Maultiere, Büffel und Geflügel (ohne Gänse) (4.B(a)s1).....	413
Tabelle 135:	Maximale Methan-Bildungskapazität B ₀ nach IPCC (2006)-10.77ff (4.B(a)s1)	413
Tabelle 136:	Maximale Methan-Bildungskapazität B ₀ für Geflügel (4.B(a)s1)	414
Tabelle 137:	Relative Anteile güllebasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)....	414
Tabelle 138:	Relative Anteile strohbasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2) ...	414
Tabelle 139:	Weidegang: relative Haltungssystem-Anteile in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2).....	415
Tabelle 140:	Methan-Umwandlungsfaktoren (MCF) für güllebasierte Systeme bei Milchkühen, übrigen Rinder und Schweinen (4.B(a)s2)	415
Tabelle 141:	Gesamt-CH ₄ -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4s1).....	416
Tabelle 142:	CH ₄ -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management für Milchkühe, übrigen Rinder und Schweine (4.s1.).....	416
Tabelle 143:	CH ₄ -Emissionsfaktoren (IEF) für das Wirtschaftsdünger-Management (4.B(a)s1)....	416

Tabelle 144:	Methan-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Milchkühen verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (<i>IEF</i>) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)	418
Tabelle 145:	Methan-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei übrigen Rindern verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (<i>IEF</i>) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)	418
Tabelle 146:	Methan-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Schweinen verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (<i>IEF</i>) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)	419
Tabelle 147:	Methan-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Geflügel verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (<i>IEF</i>) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)	419
Tabelle 148:	Vergleich der 2011 und 2010 berichteten relativen Anteile güllebasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)	420
Tabelle 149:	Vergleich der 2011 und 2010 berichteten relativen Anteile strohbasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)	421
Tabelle 150:	Vergleich der 2011 und 2010 berichteten Anteile des Weidegangs in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)	422
Tabelle 151:	Vergleich der 2011 und 2010 berichteten täglichen VS-Ausscheidungen pro Tier für Milchkühe, übrige Rinder und Schweine (4.B)	423
Tabelle 152:	Vergleich der 2011 und 2010 berichteten CH ₄ -Emissionsfaktoren (<i>IEF</i>) für das Wirtschaftsdünger-Management (4.B(a)s1)	423
Tabelle 153:	Vergleich der 2011 und 2010 berichteten CH ₄ -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management für Milchkühe, übrige Rinder und Schweine (4.B) .	424
Tabelle 154:	NMVOC-Emissionen E_{NMVOC} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management), angegeben als NMVOC und NMVOC-C (4s1.B, 4s2.B)	425
Tabelle 155:	NMVOC-Emissionen aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management), (4s1.B, 4s2.B)	426
Tabelle 156:	N-Ausscheidungen pro Tierplatz und Jahr (4.B(b))	430
Tabelle 157:	Jahressummen der N-Ausscheidungen für güllebasierte Systeme (4.B(b))	430
Tabelle 158:	Jahressummen der N-Ausscheidungen für strohbasierte Systeme (4.B(b))	431
Tabelle 159:	Jahressummen der N-Ausscheidungen bei Weidegang (4.B(b))	431
Tabelle 160:	N ₂ O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management nach Tieren (4.B)	432
Tabelle 161:	N ₂ O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management nach Systemen (4.s2.B)	432
Tabelle 162:	NO-Emissionen (E_{NO}) aus dem Wirtschaftsdünger-Management	432
Tabelle 163:	Partielle Emissionsfaktoren für N ₂ O, NO- und N ₂ -Emissionen aus dem Lager von Wirtschaftsdüngern (bezogen auf ausgeschiedenes N) (4.B(b))	433
Tabelle 164:	N-Ausscheidung pro Tierplatz für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel verschiedener Länder (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)	434
Tabelle 165:	Vergleich der 2011 und 2010 berichteten N-Ausscheidungen pro Tierplatz (4.B)	435
Tabelle 166:	Vergleich der 2011 und 2010 berechneten Gesamt-N-Ausscheidung aller Tiere (in Gg a ⁻¹)	436

Tabelle 167:	Vergleich der 2011 und 2010 berichteten N ₂ O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management nach Systemen (4.s2.)	436
Tabelle 168:	Vergleich der 2011 und 2010 berichteten NO-Emissionen (E_{NO}) aus dem Wirtschaftsdünger-Management	436
Tabelle 169:	Emissionsfaktoren EF_{NO} für NO-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden	441
Tabelle 170:	Der direkten N ₂ O-Berechnung zugrunde liegende N-Mengen (4.Ds1.1.1 bis 4.Ds1.1.4)	444
Tabelle 171:	Der direkten N ₂ O-Berechnung zugrunde liegende Fläche der bewirtschafteten organischen Böden in NIR 2011 und Resubmission 2010 (4.Ds1.1.5).....	444
Tabelle 172:	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.....	444
Tabelle 173:	Der N ₂ O-Berechnung zugrunde liegender reaktiver Stickstoff N_{reac} (4.Ds1.3.1).....	444
Tabelle 174:	Ausgewaschene N-Menge (incl. Oberflächenabfluss) (4.Ds1.3.2)	444
Tabelle 175:	$Frac_{GASF}$ (4.Ds2)	445
Tabelle 176:	$Frac_{GASM, Germany}$ (4.Ds2).....	445
Tabelle 177:	$Frac_{GRAZ}$ (4.Ds2)	445
Tabelle 178:	$Frac_{NCRBF}$ (4.Ds2)	445
Tabelle 179:	$Frac_{NCR0}$ (4.Ds2)	445
Tabelle 180:	$Frac_R$ ($Frac_{Remove}$) (4.Ds2).....	445
Tabelle 181:	N ₂ O- und NO-Emissionen E_{N2O} und E_{NO} aus landwirtschaftlich genutzten Böden (4s1, 4s2).....	445
Tabelle 182:	Für den NIR 2011 berechnete indirekte N ₂ O-Emissionen als Folge der Deposition reaktiver N-Spezies	446
Tabelle 183:	NMVOC-Emissionen aus Ackerbau und Grünland (4s1.D, 4s2.D).....	446
Tabelle 184:	Vergleicht der im deutschen Inventar verwendeten N ₂ O-Emissionsfaktoren mit denen benachbarter Staaten (Deutschland für Bezugsjahr 2009, übrige Länder für 2008)	447
Tabelle 185:	Vergleich der im deutschen Inventar verwendeten $Frac$ -Größen mit denen benachbarter Staaten (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008).....	447
Tabelle 186:	Vergleich der 2010 und 2011 berichteten N-Mengen zur Berechnung der N ₂ O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden (4.D)	449
Tabelle 187:	Vergleich der 2010 und 2011 berichteten N ₂ O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden (4.D)	449
Tabelle 188:	Waldfläche, verbleibender Wald und Flächenveränderungen von anderen Landnutzungskategorien zu Neuwald für die alten Bundesländer von 1990 bis 2009.....	459
Tabelle 189:	Jährliche Flächenveränderungen von Wald zu anderen Landnutzungskategorien für die alten Bundesländer	459
Tabelle 190:	Waldflächen verbleibender Wald und Flächenveränderungen von anderen Landnutzungskategorien zu Neuwald für die neuen Bundesländer von 1990 bis 2009.....	460
Tabelle 191:	Jährliche Flächenveränderungen von Wald zu anderen Landnutzungskategorien für die neuen Bundesländer	460
Tabelle 192:	Rohholzaufkommen nach Holzeinschlagsstatistik des Statistischen Bundesamtes (Destatis)	461
Tabelle 193:	Kohlenstoffvorräte der Vornutzung.....	463

Tabelle 194:	Raumdichten rd in $[g/cm^3]$ von IPCC (2003), KOLLMANN (1982) und KNIGGE & SCHULZ (1966).....	466
Tabelle 195:	Modelle für die Ableitung von Volumenexpansionsfaktoren.....	467
Tabelle 196:	Raumdichten für Astholz	467
Tabelle 197:	Wurzel/Spross- Verhältnis (root/shoot-ratio) auf Bestandesebene nach IPCC (2003)	468
Tabelle 198:	In den Inventuren BZE I und BZE II / BioSoil ermittelte Kohlenstoffvorräte in der Streu deutscher Wälder mit Angabe des Standardfehlers	472
Tabelle 199:	Emissionsfaktoren für mineralische Böden der Landnutzungskategorien zu Neuwald für das Jahr 2009	473
Tabelle 200:	Zusammengefasste Legendeneinheiten auf Grundlage der BÜK 1000	474
Tabelle 201:	Kohlenstoffvorräte zum Zeitpunkt der BZE I und BZE II sowie die jährlichen Kohlenstoffveränderungsraten in den neugebildeten Leitbodeneinheiten mit der dazugehörigen Waldfläche.....	477
Tabelle 202:	Durch Waldbrände emittierte Treibhausgase im Zeitraum 1990-2009	480
Tabelle 203:	N_2O -Emissionen durch Landnutzungsänderung von Wald in Ackerland	481
Tabelle 204:	Stichprobenfehler (SE) der Flächenschätzung für die LULUCF-Klassen zwischen 1987 und 2002 (nd = nicht definiert)	482
Tabelle 205:	Stichprobenfehler (SE) der Flächenschätzung für die LULUCF-Klassen zwischen 2002 und 2008.....	483
Tabelle 206:	Relativer Standardfehler der der Volumenexpansionsmodelle	483
Tabelle 207:	Bei der Volumensexpansion entstehende Unsicherheiten.....	484
Tabelle 208:	Relativer Standardfehler der Raumdichtenschätzungen.....	484
Tabelle 209:	Bei der Anwendung von Raumdichten entstehende Unsicherheiten	485
Tabelle 210:	Bei der Anwendung von Wurzel/Sproß-Verhältnissen entstehende Unsicherheiten .	486
Tabelle 211:	Stichprobenfehler für die oberirdische Biomasse.....	489
Tabelle 212:	Stichprobenfehler für die unterirdische Biomasse.....	490
Tabelle 213:	Gesamtfehler für die C-Vorrats- und C-Veränderungsschätzung zwischen 1987 und 2002 in den alten Bundesländern	491
Tabelle 214:	Gesamtfehler für die C-Vorrats- und C-Veränderungsschätzung zwischen 2002 und 2008 in Deutschland.....	491
Tabelle 215:	Kohlenstoffvorratsveränderung der lebenden Biomasse verschiedener Länder (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)	495
Tabelle 216:	Kohlenstoffvorratsveränderung der toten organischen Masse verschiedener Länder (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)	495
Tabelle 217:	Kohlenstoffvorratsveränderung der mineralischen Böden verschiedener Länder (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)	496
Tabelle 218:	Rekalkulation der C-Speicherung in der Biomasse für die Kategorie „Verbleibender Wald“	497
Tabelle 219:	Rekalkulation der C-Kohlenstoffverluste in den organischen Böden in der Biomasse für die Kategorie Neuwaldfläche	498
Tabelle 220:	Rekalkulation der C-Speicherung in der Biomasse für die Kategorie Neuwaldfläche	499
Tabelle 221:	Rekalkulation der C-Speicherung in der Streu für die Kategorie Neuwaldfläche.....	500
Tabelle 222:	Landnutzungsänderungsmatrix 2008/2009 für Deutschland	503
Tabelle 223:	Mengen an biologisch abbaubaren Abfällen, die zwischen 2002 und 2009 deponiert wurden, aufgeteilt nach Abfallfraktionen	521

Tabelle 224:	Pro-Kopf-Mengen an deponierten Hausmüll	521
Tabelle 225:	Verwendete DOC-Werte.....	522
Tabelle 226:	Halbwertszeiten und konstante Methanerzeugungsrate der Abfallfraktionen	523
Tabelle 227:	Methanfassung auf Deponien	524
Tabelle 228:	Organische Fracht des Abwassers in abflusslosen Gruben	527
Tabelle 229:	Methanemissionen aus abflusslosen Gruben	528
Tabelle 230:	Rückrechnung der CH ₄ -Emissionen aus dem kommunalen Abwasser für die Jahre 2005-2008 und Auswirkung auf die Treibhausgaskonzentration	529
Tabelle 231:	Methanemissionen der offenen Schlammfäulung in den neuen Bundesländern.....	530
Tabelle 232:	Tägliche Eiweißzufuhr pro Person in Deutschland	532
Tabelle 233:	Bevölkerung in Deutschland.....	532
Tabelle 234:	Lachgasemissionen in Deutschland nach IPCC-Methode	532
Tabelle 235:	In der Kompostierung eingesetzte Abfallmengen.....	535
Tabelle 236:	Quellgruppen in denen Rückrechnungen des Inventars gegenüber der vorjährigen Berichterstattung notwendig waren	544
Tabelle 237:	Rückrechnungen des Inventars gegenüber der vorjährigen Berichterstattung.....	544
Tabelle 238:	Rückrechnungen des Inventars in Zeitreihen gegenüber der vorjährigen Berichterstattung	547
Tabelle 239:	Rückrechnungen nachrichtlicher Inventardaten gegenüber der vorjährigen Berichterstattung	547
Tabelle 240:	Rückrechnung der quellgruppenspezifischen Gesamtemission über alle Treibhausgase 1990.....	549
Tabelle 241:	Rückrechnung der quellgruppenspezifischen Gesamtemission über alle Treibhausgase 2008.....	550
Tabelle 242:	Rückrechnung der KP-LULUCF-Gesamtemission über alle Treibhausgase 1990	551
Tabelle 243:	Rückrechnung der KP-LULUCF-Gesamtemission über alle Treibhausgase 2008	551
Tabelle 244:	Zusammenstellung der im NIR 2011 dokumentierten Verbesserungen.....	552
Tabelle 245:	Zusammenfassung der geplanten Verbesserungen in den Quellgruppenkapiteln	556
Tabelle 246:	Auswirkungen der in Resubmission 2010 gegenüber der Submission 2010 vorgenommenen Rückrechnungen auf das Gesamtinventar 1990 - 2008	564
Tabelle 247:	Auswirkungen der in Resubmission 2010 gegenüber der Submission 2010 vorgenommenen Rückrechnungen auf das Gesamtinventar 1990 – 2008, hier Gesamtemissionen.....	565
Tabelle 248:	Auswirkungen der in Resubmission 2010 gegenüber der Submission 2010 vorgenommenen Rückrechnungen auf das Gesamtinventar 1990 – 2008, hier Kohlendioxid	565
Tabelle 249:	Auswirkungen der in Resubmission 2010 gegenüber der Submission 2010 vorgenommenen Rückrechnungen auf das Gesamtinventar 1990 – 2008, hier Methan absolut.....	566
Tabelle 250:	Auswirkungen der in Resubmission 2010 gegenüber der Submission 2010 vorgenommenen Rückrechnungen auf das Gesamtinventar 1990 – 2008, hier Methan in CO ₂ -Äquivalenten	566
Tabelle 251:	Auswirkungen der in Resubmission 2010 gegenüber der Submission 2010 vorgenommenen Rückrechnungen auf das Gesamtinventar 1990 – 2008, hier Lachgas absolut	567

Tabelle 252:	Auswirkungen der in Resubmission 2010 gegenüber der Submission 2010 vorgenommenen Rückrechnungen auf das Gesamtinventar 1990 – 2008, hier Lachgas in CO ₂ -Äquivalenten.....	567
Tabelle 253:	Auswirkungen der Mitberücksichtigung der Gichtgas-Verluste und – abfackelungen auf die unter 1.A.2.f, Sonstige berichteten Treibhausgas-Emissionen 1990-2008.....	568
Tabelle 254:	Auswirkungen der beschriebenen Rückrechnungen auf die unter 1.B.2.c – Abfackelung und Belüftung berichteten Treibhausgas-Emissionen 1990-2008	569
Tabelle 255:	Auswirkungen der Korrektur der Aktivitätsdaten der Binnenschifffahrt auf die unter 1.A.3.d berichteten Emissionen 1990-2008 (ohne CO ₂ aus Biodiesel)	569
Tabelle 256:	Auswirkungen der erstmaligen Erfassung des deutschen Hochsee-Fischfangs auf die unter 1.A.4 berichteten Emissionen 1990-2008	569
Tabelle 257:	Neuberechnung der CO ₂ -Emissionen der deutschen Kalkindustrie im Laufe der Inventarüberprüfung 2010	570
Tabelle 258:	Rekalkulation der CO ₂ -Emissionen aus der Nutzung von Soda	570
Tabelle 259:	Rekalkulation der CO ₂ -Emissionen aus der Ammoniak-Herstellung	570
Tabelle 260:	Rekalkulation der N ₂ O-Emissionen aus 2.B.2 - Salpetersäureproduktion 1990-2008.....	571
Tabelle 261:	Rekalkulation der CH ₄ -Emissionen aus 4.A.1 – Verdauung bei Milchkühen 1990-2008.....	571
Tabelle 262:	Rekalkulation der CH ₄ -Emissionen aus 4.B.1 – Wirtschaftsdünger-Management bei Milchkühen 1990-2008	572
Tabelle 263:	Rekalkulation der N ₂ O-Emissionen aus 4.D.3.2 – N ₂ O aus Auswaschung und Oberflächenabfluss 1990-2008	572
Tabelle 264:	Ergebnis der Rückrechnung (6.A.1).....	573
Tabelle 265:	Landnutzungsänderungen von Waldflächen (Entwaldung) getrennt nach alten und neuen Bundesländern	578
Tabelle 266:	Emissionsfaktoren für mineralische Böden der Entwaldungskategorien (negativ = Verlust, positiv = Speicherung).....	580
Tabelle 267:	Emissionsfaktoren für organische Böden der Entwaldungskategorien (negativ = Verlust, positiv = Speicherung).....	581
Tabelle 268:	Neukalkulationen der C-Emissionen in der Biomasse für Entwaldungsflächen	582
Tabelle 269:	Neukalkulationen der C-Emission in der Streu für Entwaldungsflächen.....	583
Tabelle 270:	Kohlenstoffvorratsänderungen in lebender Biomasse (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008).....	584
Tabelle 271:	Kohlenstoffvorratsänderungen in Streu (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)	585
Tabelle 272:	Kohlenstoffvorratsänderungen in Totholz (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)	585
Tabelle 273:	Kohlenstoffvorratsänderungen in mineralischen Böden (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008).....	585
Tabelle 274:	Querschnittsmaßnahmen	595
Tabelle 275:	Energiepolitische Maßnahmen.....	596
Tabelle 276:	Landwirtschaft	596
Tabelle 277:	Wald- und Forstwirtschaft.....	596
Tabelle 278:	Abfallverwertung/-behandlung.....	597

Tabelle 279:	KP CRF Table NIR.3: Summary Overview for Key Categories for Land Use, Land-Use Change and Forestry Activities under the Kyoto Protocol	600
Tabelle 280:	Datenquellen für die Energiebilanzen	602
Tabelle 281:	Für die Emissionsberichterstattung abgeleitete Emissionsfaktoren für CO ₂ ab 1990, Energie	614
Tabelle 282:	Für die Emissionsberichterstattung abgeleitete Emissionsfaktoren für CO ₂ ab 1990, Industrieprozesse	618
Tabelle 283:	Verification of Completeness of Reported CO ₂ from Non-Energy Use of Fossil Fuels	621
Tabelle 284:	Anlagentypen nach Anhang der 4.BImSchV	626
Tabelle 285:	Klassifikation der Quellen nach Feuerungstyp	627
Tabelle 286:	Methan-Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen < 50 MW FWL und für Gasturbinen nach RENTZ et al, 2002	627
Tabelle 287:	CO ₂ -Emissionen aus der Rauchgasentschwefelung in Öffentlichen Kraftwerken	628
Tabelle 288:	Emissionsfaktoren für Flugbenzin (1990-2009)	630
Tabelle 289:	Übersicht der verwendeten Emissionsfaktoren der Quellgruppe Flugverkehr (1.A.3.a).....	631
Tabelle 290:	Übersicht der zu berücksichtigen Teilunsicherheiten der Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren	632
Tabelle 291:	Energieeinsatz im Straßenverkehr 1990-2009.....	633
Tabelle 292:	Heizwerte für Otto- und Dieselmotoren	634
Tabelle 293:	Korrekturfaktoren zur Anpassung an die Energiebilanz	635
Tabelle 294:	Emissionsfaktoren für PKW mit Flüssiggastrieb	636
Tabelle 295:	Methane emissions from enteric fermentation	643
Tabelle 296:	Methane emissions from manure management.....	644
Tabelle 297:	Satellitendaten, Aufnahmejahre und Zusatzdaten der neuen Bundesländer für das GSE-Projekt (nach GSE 2003, GSE 2006, GSE 2007, GSE 2009).....	650
Tabelle 298:	Gesamtfehlerbudget für die C-Vorratsschätzung der Biomasse für das Jahr 1987 in den alten Bundesländern.....	653
Tabelle 299:	Gesamtfehlerbudget für die C-Vorratsschätzung der Biomasse für das Jahr 2002 in den alten Bundesländern.....	654
Tabelle 300:	Gesamtfehlerbudget für die C-Veränderungsschätzung der Biomasse zwischen 1987 und 2002 in den alten Bundesländern	655
Tabelle 301:	Gesamtfehlerbudget für die C-Vorrats- und C-Veränderungsschätzung der Biomasse in der Landnutzungskategorie Forest Land remaining Forest Land zwischen 2002 und 2008 in Deutschland.....	655
Tabelle 302:	Kohlenstoffvorratsverluste aus Biomasse (mit Biomasse der umgewandelten Fläche), Totholz, Streu und mineralischen & organischen Böden bei Entwaldung ab dem Jahr 2008	657
Tabelle 303:	Zusammenstellung der Verpflichtung zur Waldbewirtschaftung, zur Aufstellung von Plänen und zur forstlichen Rahmenplanung aus den Waldgesetzen der Bundesländer	660
Tabelle 304:	Gegenüberstellung der Waldfunktionen nach dem Bundeswaldgesetz und nach IPCC	662
Tabelle 305:	Vergleich der für eine Rekonstruktion der Landnutzung 1990 zur Verfügung stehenden Datensätze des CORINE-Programms und der Officialstatistik mit den für die Berichterstattung LULUCF rekonstruierten	665

Tabelle 306:	Zuordnung von Hauptobjektartenschlüsselnummern und Attributen des ATKIS® zu den IPCC-Landnutzungskategorien	667
Tabelle 307:	Zuordnung möglicher Landnutzungsänderungen zu den IPCC-Kategorien und Subkategorien	669
Tabelle 308:	Prozentuale Kohlenstoffvorratsänderung im ersten Jahr nach Landnutzungsänderung.....	673
Tabelle 309:	Mittlerer Kohlenstoffvorrat in der Waldbiomasse der Entwaldungsflächen für die jeweiligen Berichtsjahre (Wert ist die Summe aus ober- und unterirdischer Biomasse sowie Totholz und Streu)	673
Tabelle 310:	Faktoren bzw. dimensionierte Größenangaben zur Ermittlung der Gesamtbiomasse von Pflanzen aus den Ernteerträgen.	674
Tabelle 311:	Faktorenklasse sowie Minimal- und Maximalwert der dimensionierten Faktoren (t C ha ⁻¹) zur Ermittlung des Kohlenstoffvorrats in der Biomasse von 1990 – 2009	675
Tabelle 312:	Zuordnung der Emissionsfaktorenklasse für Biomasse zu den in den IPCC-Landnutzungskategorien zusammengefassten Objektarten des ATKIS	676
Tabelle 313:	Zeitplan für die Umsetzung der Empfehlungen des In-Country-Review zur Emissionsberichterstattung in den Bereichen LULUCF und KP-LULUCF.....	685
Tabelle 314:	Vollständigkeit - Übersicht der Quellen und Senken, deren Emissionen nicht geschätzt (not estimated, NE) werden	691
Tabelle 315:	Vollständigkeit – Übersicht der Quellen und Senken, die an anderer Stelle berichtet werden (included elsewhere, IE)	692
Tabelle 316:	Dokumentationsinstrumente im Umweltbundesamt.....	711
Tabelle 317:	Allgemeine Checkliste für Fachverantwortliche	711
Tabelle 318:	Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe	739
Tabelle 319:	Anteile an der Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe	740
Tabelle 320:	Emissionen von direkten und indirekten Treibhausgasen und SO ₂ in Deutschland seit 1990	741
Tabelle 321:	Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO ₂ in Deutschland seit 1990	741
Tabelle 322:	Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO ₂ in Deutschland, seit dem jeweils letzten Jahr	742
Tabelle 323:	Veränderungen der Emissionen in Deutschland nach Quellgruppen, seit 1990 / seit dem jeweils letzten Jahr	743
Tabelle 324:	Tabelle 6.1 der IPCC Good Practice Guidance - Details.....	745

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	Bundesverbands 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 öffentlichenverbundenen 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 in 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)
HQG	Hauptquellgruppe: wird im NIR synonym mit dem Begriff "Hauptkategorie" (engl.: key category) verwendet, berücksichtigt also sowohl Emissionsquellen wie 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	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 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), auch 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
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.

CRF 1.X.1.x (Beispieltabelle)

Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)		Schadstoff (HQG)	1990- Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
Solid Fuels	l / t	CO ₂	13,37 %	23,23 %	+ xx,x
Gaseous Fuels	l / t	CO ₂	2,38 %	7,07 %	+xx,x
Liquid Fuels	l / t	CO ₂	0,64 %	0,19 %	-xx,x
Solid Fuels	l / -	N ₂ O	0,25 %	0,15 %	-xx,x

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	NO	NO	NO	CS	CS	CS	CS	CS
EF Unsicherheiten in %	< 3	+/-50	-	-	-	+/-50				
Unsicherheitenverteilung	T	U	-	-	-	U				
Methode EF-Ermittlung	CS	Tier 2	-	-	-	Tier 2				

Hauptquellgruppe

Im oberen Teil der Tabelle werden die für die Quellgruppe relevanten Zeilen der Hauptquellgruppen-Analyse inklusive der 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 Hauptquellgruppe wird im NIR synonym mit dem Begriff "Hauptkategorie" (engl.: key category) verwendet, berücksichtigt also sowohl Emissionsquellen wie auch -senken.

Schadstoff

Der untere Teil der Tabelle liefert Informationen über verwendete Emissionsfaktoren (EF), die prozentuale Unsicherheit der EF, die Verteilung der Unsicherheiten und die Methode zur Ermittlung der Emissionsfaktoren für die jeweils betrachteten Substanzen.

Emissionsfaktor (EF)

- D = IPCC Default
- C = Corinair
- CS = Country specific
- PS = Plant specific
- M = Model

maximale EF Unsicherheiten in % und Unsicherheitenverteilung

vgl. hierzu Kapitel 1.7 und Kapitel 18

- N = Normal
- L = Lognormal
- T = Triangular
- U = Uniform (Gleichverteilung)

Methode EF-Ermittlung

- D = IPCC Default
- RA = Reference Approach
- 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
- M = Model

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 Inventaren für die Jahre 1990 bis 2009 seinen neunten Nationalen Inventarbericht (NIR 2011) vor, der sich ebenfalls auf diesen Zeitraum 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 im möglichen Umfang 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. In diesem Jahr enthält der NIR erstmalig einen zusätzlichen Teil II sowie weitere Unterkapitel im bisherigen Teil, um die erweiterten Anforderungen des Kyoto-Protokolls und der damit verbundenen Entscheidungen 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

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)

Prinzipien und Methoden, mit denen die Emissionen und Senken der IPCC-Kategorien berechnet werden, eine Kurzfassung der Hauptquellgruppenanalyse 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 Hauptquellgruppen, 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 (seinerzeit 15 Mitgliedstaaten) hat im Rahmen des Kyoto-Protokolls die Verpflichtung übernommen, ihre Treibhausgasemissionen bis zum 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 erstmalig 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 2009 konnte die Verpflichtung Deutschlands im Rahmen der o.g. europäischen Lastenteilung mit einer Minderung von 25,3 % gegenüber den Basisjahremissionen der Berichterstattung 2006⁵ in Höhe von 1.232.429,543 Gg CO₂-äquivalent erreicht werden. Aufgrund der globalen wirtschaftlichen Krise sind die Emissionen des Jahres 2009 insgesamt deutlich niedriger als die der Vorjahre, gegenüber 2008 sanken die Emissionen insbesondere durch die Auswirkungen der globalen Wirtschaftskrise um 6,3 % (vgl. Kapitel 2.1).

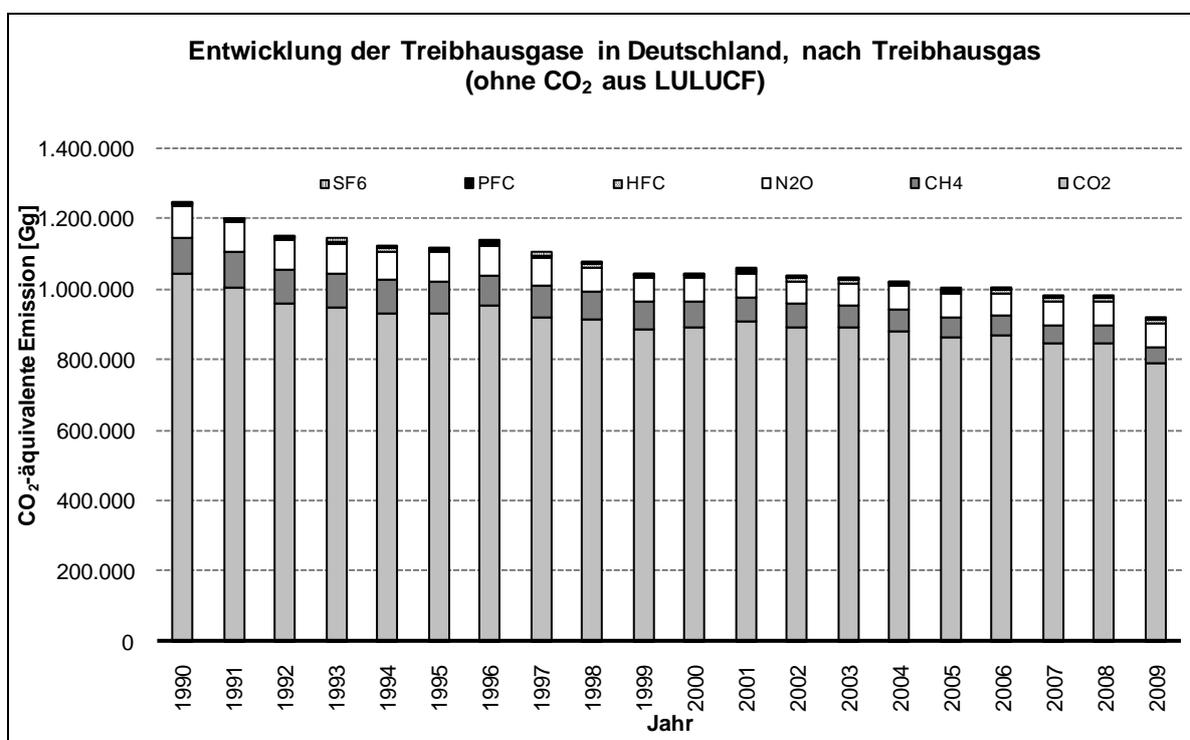


Abbildung 1: Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland seit 1990, nach Treibhausgasen⁶.

Die einzelnen Treibhausgase trugen dabei in unterschiedlichem Maße zu dieser Entwicklung bei (siehe Tabelle 1). Dies ist bei der Berücksichtigung der unterschiedlichen Anteile der

⁵ 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 %.

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

einzelnen Treibhausgase an den Gesamtemissionen eines Jahres auch nicht verwunderlich (siehe Tabelle 2). Detaillierte Tabellen finden sich im Anhangkapitel 22.3.

Im Jahr 2009 war die Freisetzung von Kohlendioxid mit einem Anteil von 85,7 % Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen. Diese stammen größtenteils aus der stationären und mobilen Verbrennung fossiler Energieträger. Durch den überdurchschnittlichen Rückgang der Emissionen der anderen Treibhausgase ist der Anteil der CO₂-Emissionen an den gesamten Treibhausgasemissionen seit dem Basisjahr um 2,5 Prozentpunkte gestiegen. Die durch Tierhaltung, Brennstoffverteilung und Deponieemissionen verursachten Methanemissionen (CH₄) haben einen Anteil von 5,3 %. Lachgasemissionen (N₂O) werden hauptsächlich durch die Landwirtschaft, Industrieprozesse und die Verbrennung fossiler Brennstoffe verursacht und tragen zu 7,3 % zu den Treibhausgasfreisetzungen bei. Die fluorierten Kohlenwasserstoffe (die so genannten F-Gase) tragen mit etwa 1,7 % 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
Netto-CO ₂ -Emissionen/-Einbindungen	1.009.739	897.803	857.842	878.950	883.594	861.491	862.410	805.959
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	1.041.688	930.420	890.994	863.955	870.164	847.276	847.967	788.803
CH ₄	107.293	92.198	74.759	57.225	54.172	52.048	51.262	48.799
N ₂ O	87.833	82.617	64.995	64.926	63.804	66.311	67.364	66.897
HFC	4.369	6.469	6.483	10.001	10.539	11.145	11.474	11.952
PFC	2.708	1.750	781	709	571	530	531	432
SF ₆	4.785	7.220	4.826	3.726	3.651	3.537	3.288	3.223

Gesamt-Emissionen / -Einbindungen inkl. LULUCF	1.216.727	1.088.056	1.009.687	1.015.537	1.016.332	995.061	996.328	937.262
Gesamt-Emissionen ohne CO₂ aus LULUCF	1.248.676	1.120.673	1.042.839	1.000.541	1.002.901	980.847	981.885	920.106

THG Emissionen/Senken, nach Quell- und Senkengruppen, CO ₂ -äquivalent (Gg)	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
1. Energie	1.019.041	903.117	857.747	826.035	830.703	807.504	809.591	760.126
2. Industrieprozesse	94.532	97.013	77.143	80.685	81.938	84.623	82.017	73.324
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	4.477	3.553	2.909	2.052	2.074	1.949	1.812	1.786
4. Landwirtschaft	86.740	76.403	77.191	73.402	71.778	71.466	74.508	72.702
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft	-31.175	-31.849	-32.384	15.761	14.074	15.188	15.216	17.563
CO ₂	-31.949	-32.617	-33.152	14.995	13.430	14.214	14.443	17.155
N ₂ O & CH ₄	774	768	768	765	644	974	773	408
6. Abfall	43.111	39.820	27.081	17.602	15.764	14.331	13.182	11.760

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
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	83,4	83,0	85,4	86,3	86,8	86,4	86,4	85,7
CH ₄	8,6	8,2	7,2	5,7	5,4	5,3	5,2	5,3
N ₂ O	7,0	7,4	6,2	6,5	6,4	6,8	6,9	7,3
HFC	0,3	0,6	0,6	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3
PFC	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
SF ₆	0,4	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4
Summe	100,0							

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

0.2.2 KP-LULUCF-Aktivitäten (ES.2.2)

Die Einbindungen von CO₂ unter Artikel 3.3 haben im Vergleich zu 2008 um 9,3 % zugenommen. Zu dieser Zunahme kommt es, weil durch Aufforstung und Wiederaufforstung 6,76 % mehr CO₂ eingebunden und 1,3 % weniger auf Grund von Entwaldung emittiert wird. Emissionen von N₂O sind konstant geblieben.

Die Einbindungen von CO₂ unter Artikel 3.4 durch die Aktivität Forest Management ist im Berichtszeitraum nahezu konstant geblieben. Emissionen von CH₄ sind um ca. 41 % gestiegen, 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 Anteile der einzelnen Quell- bzw. Senkengruppen sowie die absolute Dominanz der energiebedingten Emissionen deutlich. Diese nahmen 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 deutlich zurück (Rückgang der CO₂-Äquivalentemission um 25,3 %). Betrachtungen der einzelnen Komponenten belegen diesen Trend in unterschiedlicher Ausprägung. So betragen die Emissionsveränderungen gegenüber den Basisjahremissionen der Berichterstattung 2006⁷ in Höhe von 1.232.429,543 Gg CO₂-äquivalent bei den mengenmäßigen Haupttreibhausgasen Kohlendioxid (CO₂) - 24,3 %, bei Methan (CH₄) - 54,5 % und bei Lachgas (N₂O) - 23,8 %. Bei den so genannten F-Gasen, die insgesamt etwa 1,7 % 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 55,4 % und bei FKW um 75,3 %, wohingegen sie bei den H-FKW um 84,8 % anstiegen.

Gegenüber dem Vorjahr 2008 sanken die Gesamtemissionen massiv um 6,3 %. Dabei überlagerten die Auswirkungen der globalen Wirtschaftskrise alle anderen Effekte. Für das Jahr 2010 ist aufgrund der eingetretenen wirtschaftlichen Erholung mit einem Wiederanstieg der Emissionen zu rechnen.

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 %.

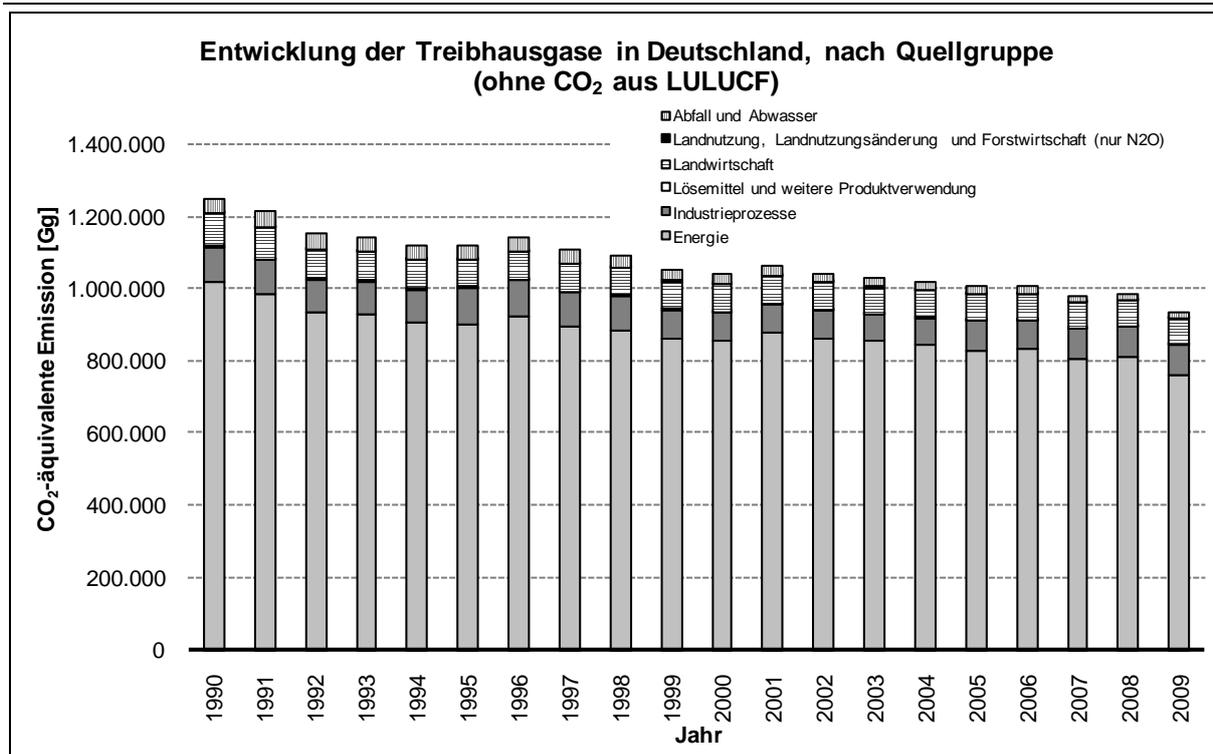


Abbildung 2: Emissionsentwicklung in Deutschland seit 1990, nach Quellgruppen⁸

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 Minderung der deponierten Abfallmenge und damit zu einer Minderung der Deponieemissionen geführt. Im Bereich der Emissionen aus den Industrieprozessen hatten die emissionsmindernden Maßnahmen im Bereich der Adipinsäureproduktion 1997 einen stark mindernden 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.

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

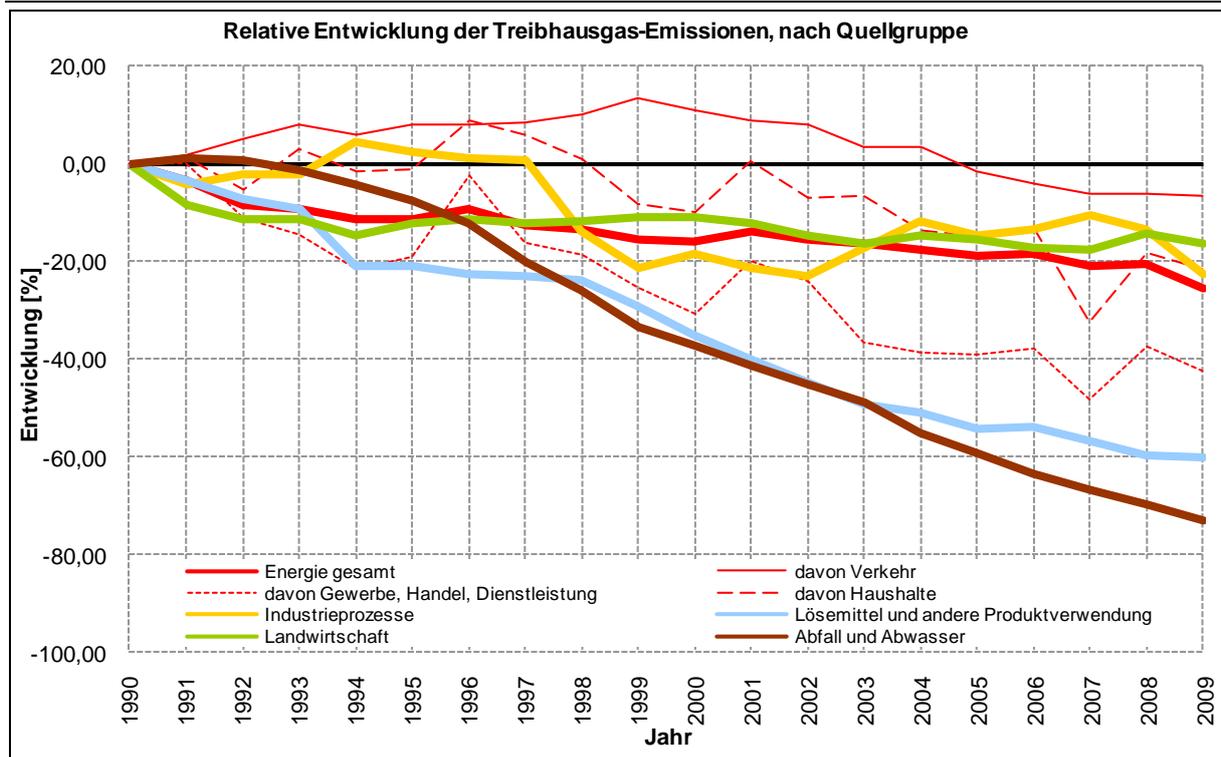


Abbildung 3: Relative Entwicklung der Treibhausgasemissionen seit 1990 nach Quellgruppen^{9,10}

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 3.713,55Gg CO₂-äquivalent berichtet. Die Einbindung setzt sich zusammen aus der Einbindung von CO₂ durch Aufforstung und Wiederaufforstung von 4.779,19 Gg CO₂-äquivalent und aus Emissionen von Entwaldung von 1.065,64 Gg CO₂-äquivalent. Unter Artikel 3.3 werden Einbindungen von CO₂ mit -3.717,39Gg CO₂-äquivalent und Emissionen von N₂O mit 3,85, Gg CO₂-äquivalent berichtet.

Unter Artikel 3.4 werden Einbindungen von 20.526,72 Gg CO₂-äquivalent berichtet. Die Einbindung setzt sich zusammen aus der Einbindung von CO₂ von 21.240,13 Gg CO₂-äquivalent und durch die Emission von 713,41 Gg CO₂-äquivalent. Unter Artikel 3.4 werden Einbindungen von CO₂ mit 20.576,98 Gg CO₂-äquivalent und Emissionen von N₂O mit 45,65 Gg CO₂-äquivalent und CH₄ mit 4,62 Gg CO₂-äquivalent berichtet.

Für Aufforstungsflächen konnte eine Zunahme für die Einbindung von 302,79 Gg CO₂-äquivalent zwischen 2008 und 2009 ermittelt werden. Dieser positive Trend ist auch bei der Entwaldung mit einem leichten Rückgang der Emissionen um 14,17 Gg CO₂-äquivalent zu beobachten. Dagegen nimmt die Einbindung bei der Waldbewirtschaftung zwischen 2008 und 2009 leicht ab. Die Abnahme beträgt 29,22 Gg CO₂-äquivalent (siehe auch Tabelle 13 in Kapitel 2.5).

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.

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.

Mit der Vorlage des neunten Nationalen Inventarberichtes (NIR 2011) legt Deutschland ebenso seinen vierten Inventarbericht nach dem Kyoto-Protokoll vor, der alle im Art. 7 geforderten Informationen enthält. Alle Trendbeschreibungen dieses Inventarberichts beziehen sich auf die Daten der Resubmission der Berichterstattung 2010.

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.

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.

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

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 auf ministerialer Ebene federführend vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) 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.

Durch eine Vereinbarung der Staatssekretäre der genannten Ministerien wurden im Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung vom 05.06.2007 die Zuständigkeiten der Bundesministerien definiert und beschlossen, dass das Umweltbundesamt die Aufgaben als Nationale Koordinierungsstelle für Deutschland wahrnimmt (siehe Kapitel 1.2.1.2). Zur Begleitung des Prozesses der Berichterstattung richteten die beteiligten Ministerien einen Koordinierungsausschuss ein (siehe Kapitel 1.2.1.1). 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).

Die folgende Abbildung 4 zeigt die Struktur 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.

Das Nationale System zu Landwirtschaft und LULUCF im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Landwirtschaft und Verbraucherschutz ist im Kapitel 1.2.1.5 beschrieben.

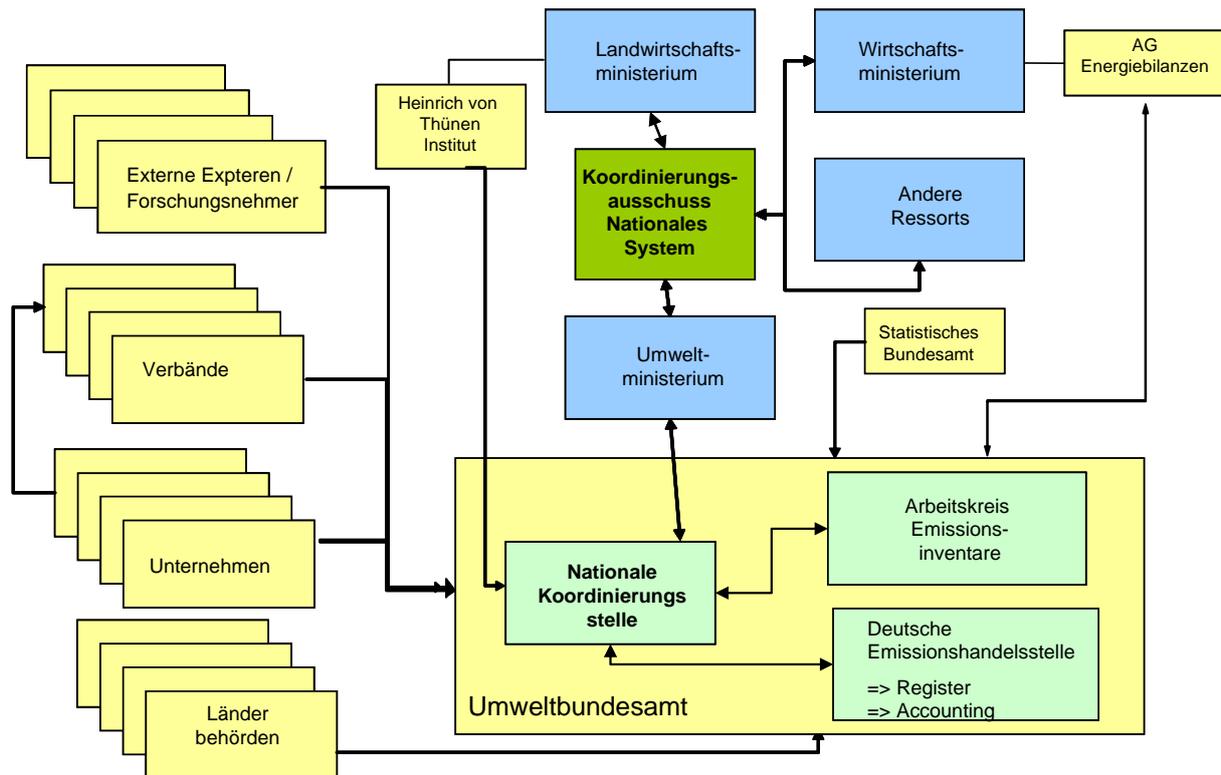


Abbildung 4: Struktur des Nationalen Systems Emissionen (NaSE)

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 legt der Ausschuss die Hauptquell- und Senkengruppen fest und klärt Zweifelsfragen.

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: Institutional, legal and procedural arrangements (Document FCCC/IRR/2007/DEU vom 12.12.2007, Para 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 nun sukzessive eingebunden (siehe Kapitel 1.2.1.4). Weitere wesentliche Arbeiten bezogen sich auf die Umsetzung des Qualitätssystems Emissionsinventare (siehe Kapitel 1.2.2).

Die Nationale Koordinierungsstelle hat zur Erfüllung dieser 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 des 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.

Nationale Koordinierungsstelle



Abbildung 5: NaSE - Ziele und Instrumente

1.2.1.3 Arbeitskreis Emissionsinventare im Umweltbundesamt

Wesentliche Zuarbeiten zu den Inventaren – insbesondere zu den Emissionsfaktoren – erhält die Nationale Koordinierungsstelle aus anderen Arbeitseinheiten des UBA. Die 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. Der Arbeitskreis hat seit seiner Einrichtung vierzehn Mal getagt.

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

Zusätzlich erstellt die Nationale Koordinierungsstelle einen monatlichen E-Mail-Newsletter zur Datenbank Zentrales System Emissionen, der die an der Inventarerstellung beteiligten Mitarbeiter des UBA über Neuerungen im ZSE 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 von anderen 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, die insbesondere die Bereitstellung solcher Daten ermöglicht, 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.

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 forstlicher Tätigkeiten nach Art. 3 Abs. 4 des KP verantwortlich. Dies umfasst die erforderliche Datenerhebung, Emissionsberechnung und Bereitstellung für die Berichterstattung in Form der CRF-Tabellen vornehmen, sowie die zu entsprechenden NIR-Kapitel.

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.

In der dritten Sitzung des Koordinierungsausschusses am 01.07.2009 hat das BMELV einen überarbeiteten Entwurf für ein Konzept zum Nationalen System in der Land- und Forstwirtschaft inklusive eines Qualitätskonzepts für KP-LULUCF (Art. 3.3. und 3.4 KP) vorgestellt. Im Anschluss an die Sitzung wurde das Konzept im Austausch zwischen Nationaler Koordinierungsstelle und vTI weiter verfeinert und liegt seit dem August 2009 vor. Das Konzept wird aufgrund der Aufforderung des ERT im Rahmen des In-Country-Review 2010 für die Berichterstattung 2012 grundlegend überarbeitet. Die Überarbeitung wird die Empfehlungen des ERT berücksichtigen.

Als Schnittstelle zum Nationalen System wurde eine Arbeitsgruppe Emissionsberichterstattung am vTI eingerichtet, die auch die Zuständigkeit für Planung und QK/QS 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 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 (Forst) 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.

Graphische Darstellungen der nationalen Systeme zu Landwirtschaft, LULUCF und KP-LULUCF, der Datenflüsse für die Berechnung der Treibhausgasemissionen sowie Verantwortlichkeiten in diesen Sektoren, finden sich in Kap. 1.4.1.1.4 (Abbildung 13, Landwirtschaft) und Kap. 1.4.1.1.5 (Abbildung 14, LULUCF und KP-LULUCF).

Die Nationale Koordinierungsstelle arbeitet 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. Allerdings hat sich EUROCONTROL bislang noch nicht zu dem Entwurf geäußert oder ihm zugestimmt. Da vergleichbare Probleme in mehreren europäischen Staaten bestehen wurde die Europäische Kommission im Frühjahr 2009 um Unterstützung zum Abschluss der Vereinbarung gebeten, war aber bisher noch nicht erfolgreich. Die Verhandlungen sind noch anhängig und werden im Zusammenhang mit der Einbeziehung des Luftverkehrs in das europäische Emissionshandelssystem weitergeführt.

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 aller genannten Vereinbarungen erfolgte 2009 bereits eine Datenbereitstellung 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.

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 prozeduraler 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:

19. 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
ab 01. Oktober	Erstellung der CRF-Zeitreihen und der nationalen Trendtabellen, Endredaktion durch die Nationale Koordinierungsstelle im UBA
02. November	Hausabstimmung UBA
ab 11. November	Abschließende Qualitätssicherung durch QSE-, ZSE- und NIR-Koordinator
16. November	Bericht der Nationalen Koordinierungsstelle zur Einleitung der Ressortabstimmung für die CRF-Daten an das BMU
30. November	Bericht der Nationalen Koordinierungsstelle zur Einleitung der Ressortabstimmung für den Nationalen Inventarbericht an das BMU
17. 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*.

Des Weiteren wurde im UBA zusätzlich zu den Forschungsmitteln ab dem Jahr 2005 ein eigenständiger Haushaltstitel für das Nationale System eingerichtet (Titel 526 02, Kapitel 1605), aus dem kurzfristige Aufträge für die Inventarverbesserung in Zuständigkeit des Amtes adressiert werden können.

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.

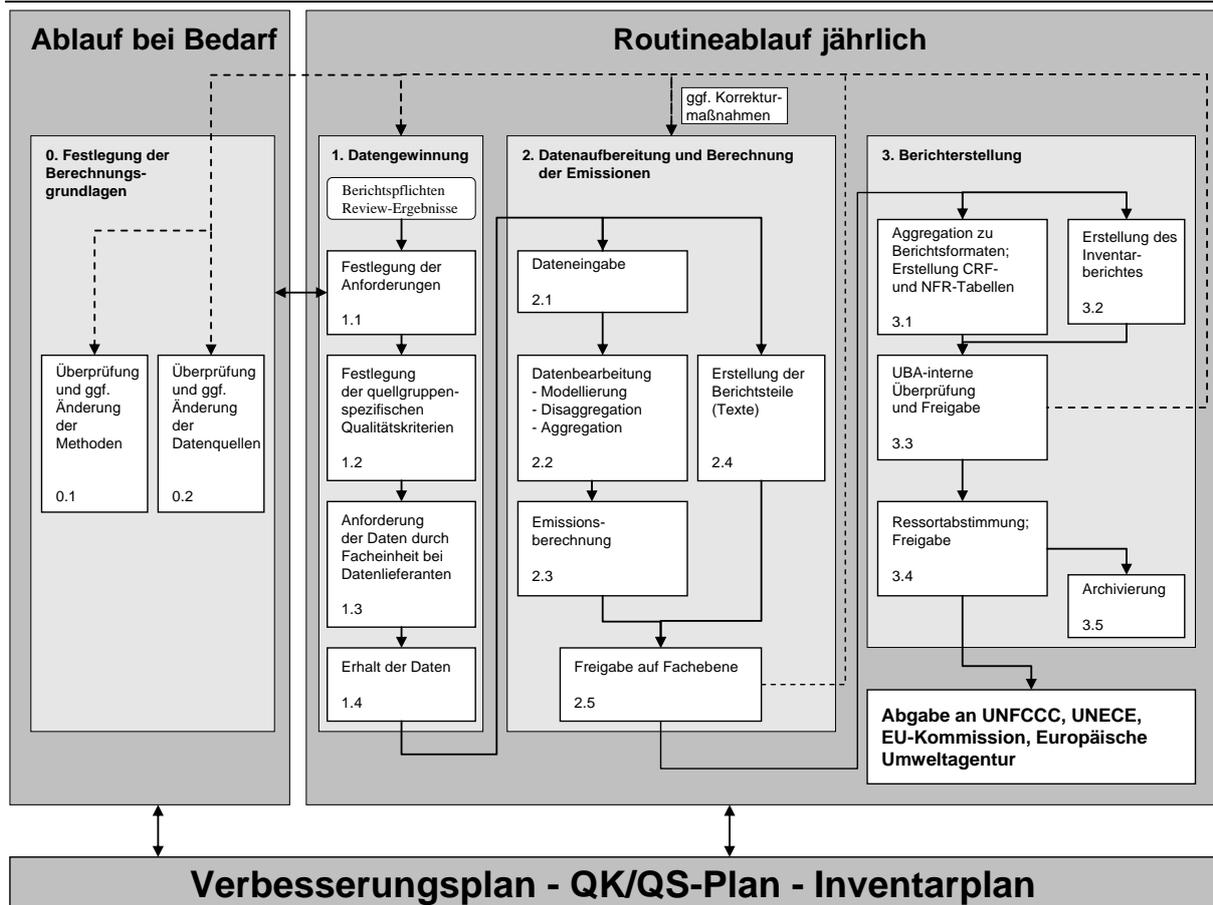


Abbildung 6: Übersicht über den Prozess der Emissionsberichterstattung

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 dezentral 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 (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 Hauptquellgruppen (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 Hauptquellgruppen mittels Monte Carlo Simulation (gemäß Tier 2-Verfahren nach Kapitel 6.4 der *IPCC Good Practice Guidance*).

1.3.1.1.1 Verbesserung des Nationalen Systems

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

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

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

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

1.3.1.1.2 Umsetzung von Verbesserungen in der Inventarplanung und Inventarerstellung

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

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

Eine detaillierte Beschreibung der Prozeduren zur Qualitätskontrolle und -sicherung ist im Kapitel 1.6.1 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 Hauptquellgruppen (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 Hauptquellgruppe 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 oder aufgrund ihrer Unsicherheiten.

Die Bestimmung der Hauptquellgruppen 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 Hauptquellgruppen 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 Hauptquellgruppen zur Ermittlung von Quellgruppen mit prioritärem Handlungsbedarf bei der Inventarverbesserung genutzt.

In der *IPCC Good Practice Guidance* (2000) sind die für die Bestimmung der Hauptquellgruppen 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 Hauptquellgruppen zu identifizieren.

Zur Festlegung der Hauptquellgruppen wurden für die deutschen Treibhausgasemissionen die beiden Tier 1-Verfahren Level (für das Basisjahr sowie 2008) sowie Trend (für 2008 gegenüber dem Basisjahr) angewendet. Entsprechend den IPCC-Vorgaben wurden 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 Ebene der Strukturelemente im ZSE von Experten geschätzt wurden, in Unsicherheiten von Emissionen umgerechnet und aggregiert. Die Aggregation der Unsicherheiten wird einmal jährlich am Ende des Berichtserstattungszyklus für das aktuelle Berichtsjahr durchgeführt. Alle drei Jahre wird eine Unsicherheitenbestimmung gemäß der Tier 2 Methode vorgenommen; in den Zwischenjahren erfolgt die Bestimmung der Unsicherheiten nach Tier 1.

Deutschland berichtet im aktuellen NIR Unsicherheiten, die nach der Tier 2 Methode ermittelt worden sind. Zur Ermittlung der Unsicherheiten des Inventars nach Tier 2 wurden die Einzelunsicherheiten, soweit bisher möglich, durch die Daten liefernden Experten der Facheinheiten im UBA sowie externe Einrichtungen geschätzt.

Die aggregierten Unsicherheiten dienen als Grundlage zur erweiterten Bestimmung der Hauptquellgruppen.

1.3.1.1.5 Erweiterte Bestimmung der Hauptquellgruppen

In diesem Jahr erfolgte eine erweiterte Bestimmung der Hauptquellgruppen unter Verwendung detaillierter Unsicherheiten mittels Monte Carlo Simulation (gemäß dem IPCC-Tier 2-Verfahren). Eine derartige Analyse wird für das deutsche Treibhausgasinventar in einem zeitlichen Abstand von 3 Jahren durchgeführt. Erstmals wurde dies für das im Jahr 2007 berichtete Treibhausgasinventar untersucht (Vergleiche hierzu NIR 2007). Im Ergebnis wurden die Ergebnisse der Tier-1 Hauptquellgruppenanalysen fast vollständig bestätigt.

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 Hauptquellgruppe 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 stellt 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 Hauptquellgruppen 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 Gesamtedaktion 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 Hauptquellgruppen 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 HF 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 HF 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 Berichtskordinator.

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, das 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
Berichtskordinator (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
Ansprechpartner in den UBA-Abteilungen	Multiplikator in die Abteilungen und Fachgebiete für Informationen und Anforderungen der Nationalen Koordinierungsstelle bezüglich Emissionsberichterstattung	Ein benannter Mitarbeiter je betroffener Abteilung im UBA

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).

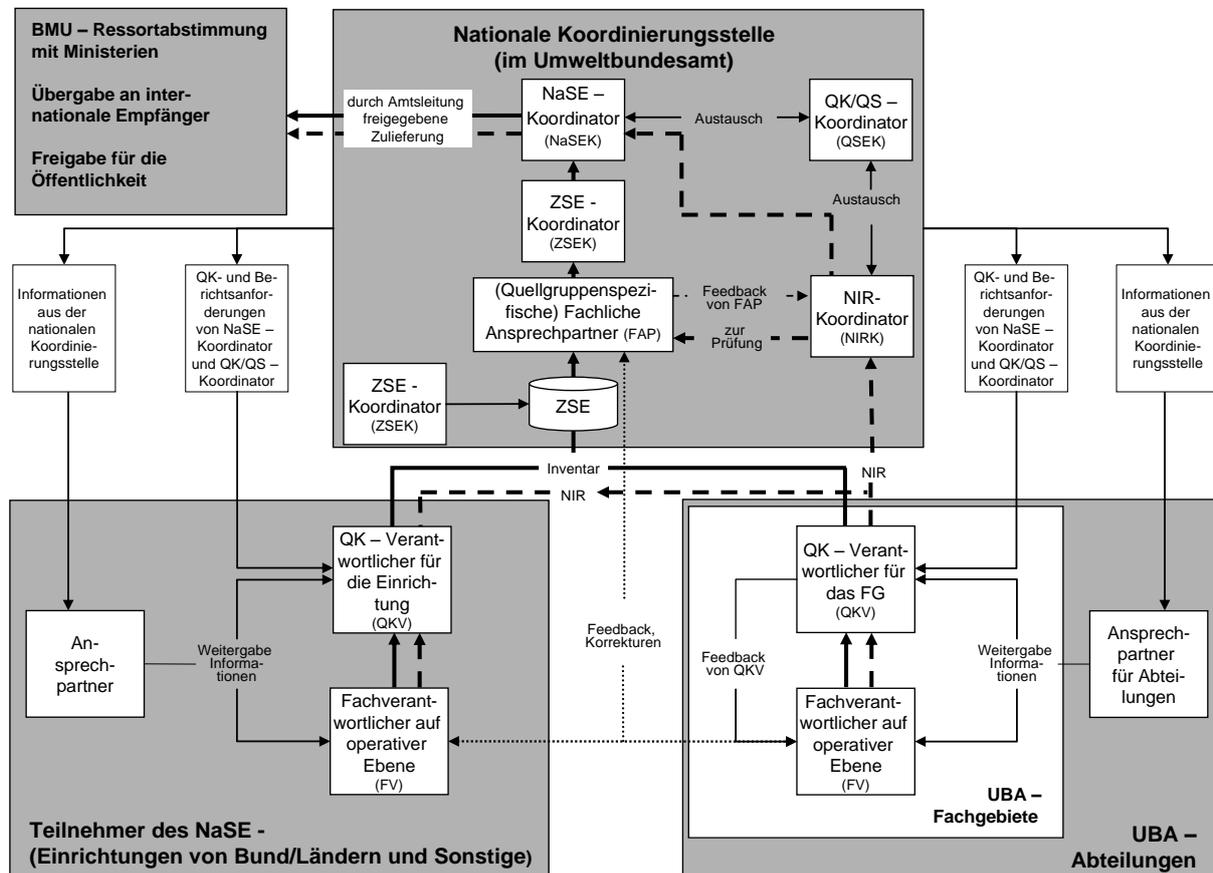


Abbildung 7: QSE - Rollen Aufgaben und Arbeitsabläufe

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.

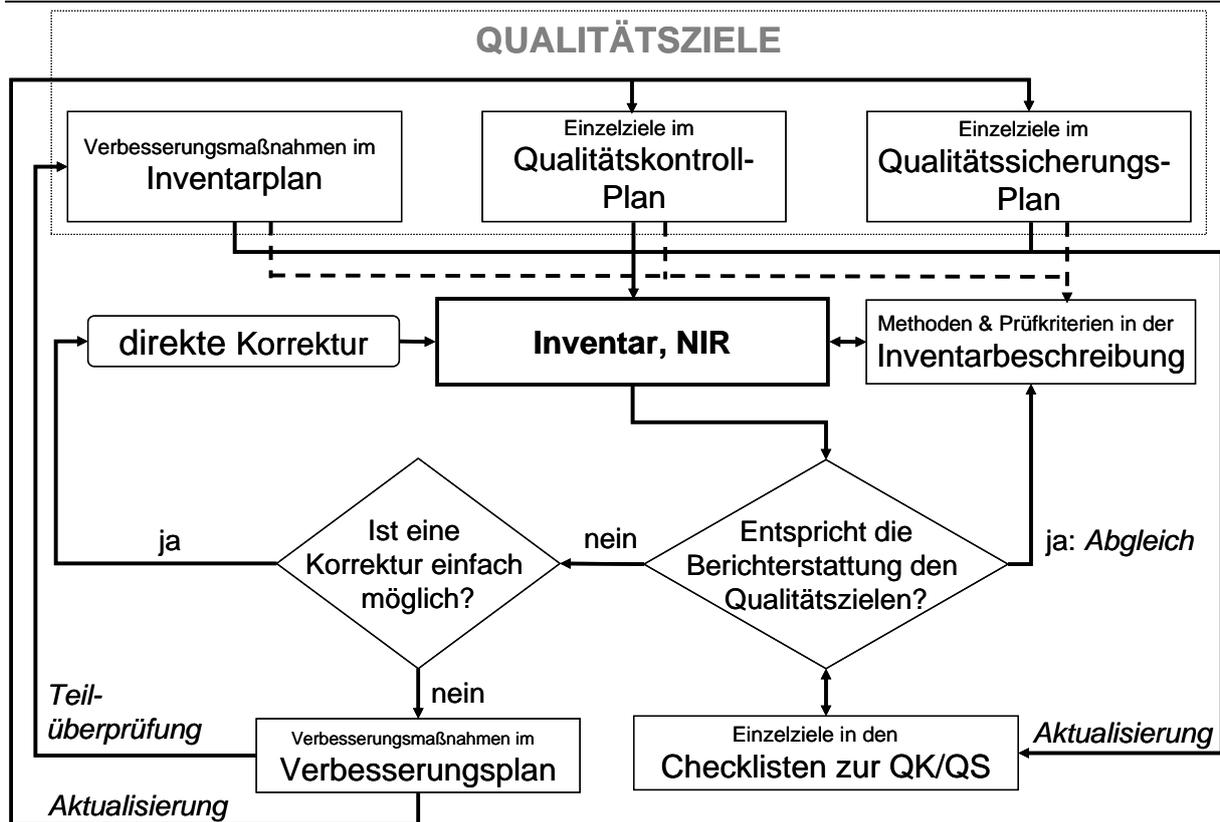


Abbildung 8: NaSE & QSE - Steuerung und Dokumentation

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

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

Checklisten zur QK/QS sind von den Teilnehmern des NaSE¹³ parallel zur Inventarerstellung auszufüllen und sollen Auskunft über die Güte der dem Inventar zugrunde liegenden Daten und Methoden geben. Die systematische QK/QS in Form von Checklisten wurde vom UBA erstmalig für die Berichterstattung 2006 mit den Teilnehmern des NaSE durchgeführt. Seit der Berichterstattung 2007 sind diese Checklisten in elektronischer Form im Einsatz. Ebenfalls mit der Berichterstattung 2007 wurden die QK-Prüfungen nach Tier 1 in einem ersten Schritt um quellgruppenspezifische QK-Prüfungen nach Tier 2, bezogen auf Hauptquellgruppen, 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** (eIB). Beide Versionen sind identisch aufgebaut, werden durch die Nationale Koordinierungsstelle verwaltet und decken die derzeit bei der täglichen Arbeit verwendeten Dokumententypen 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 verteilte Zuständigkeit für diese Daten,
- Aspekte der Geheimhaltung, die aus rechtlichen Gründen einer Weitergabe von Einzeldaten zum Zwecke der Archivierung an einer zentralen Stelle entgegenstehen.

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

1.3.3.1.5 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),
- die Ergebnisse aus der Bestimmung der Hauptquellgruppen (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 seit 2004, 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.

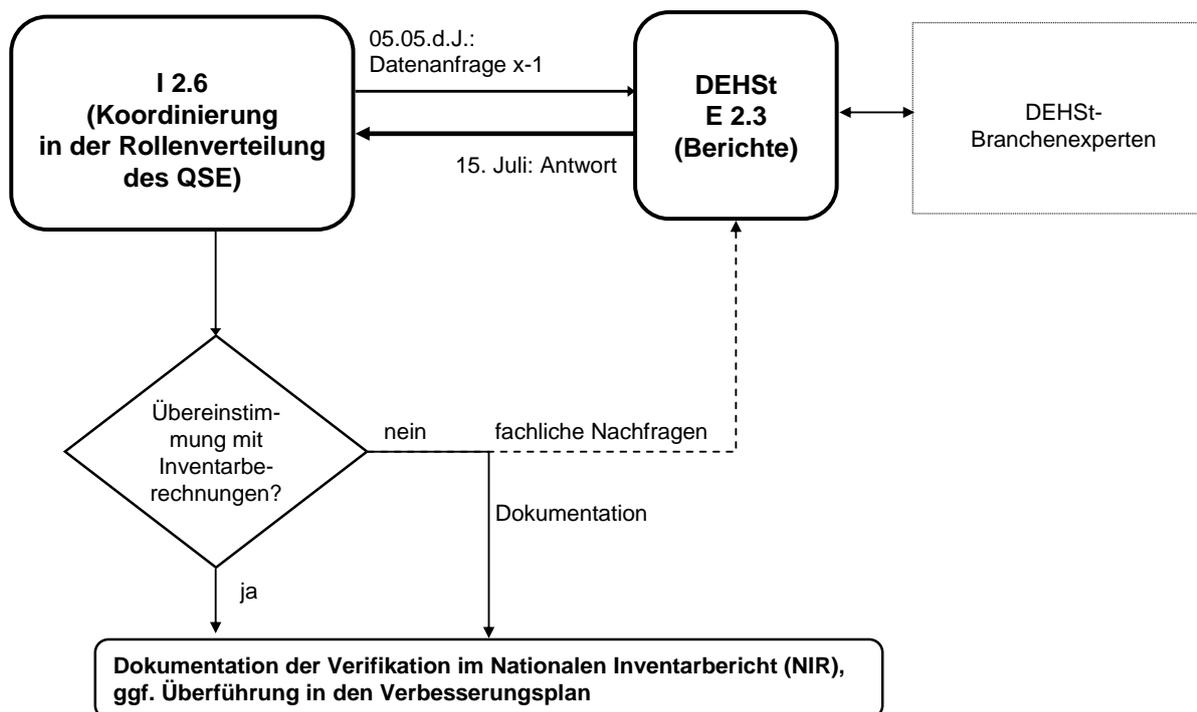


Abbildung 9: Verfahrensablauf für die jährliche Inventar-Verifikation mit ETS-Monitoring-Daten

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

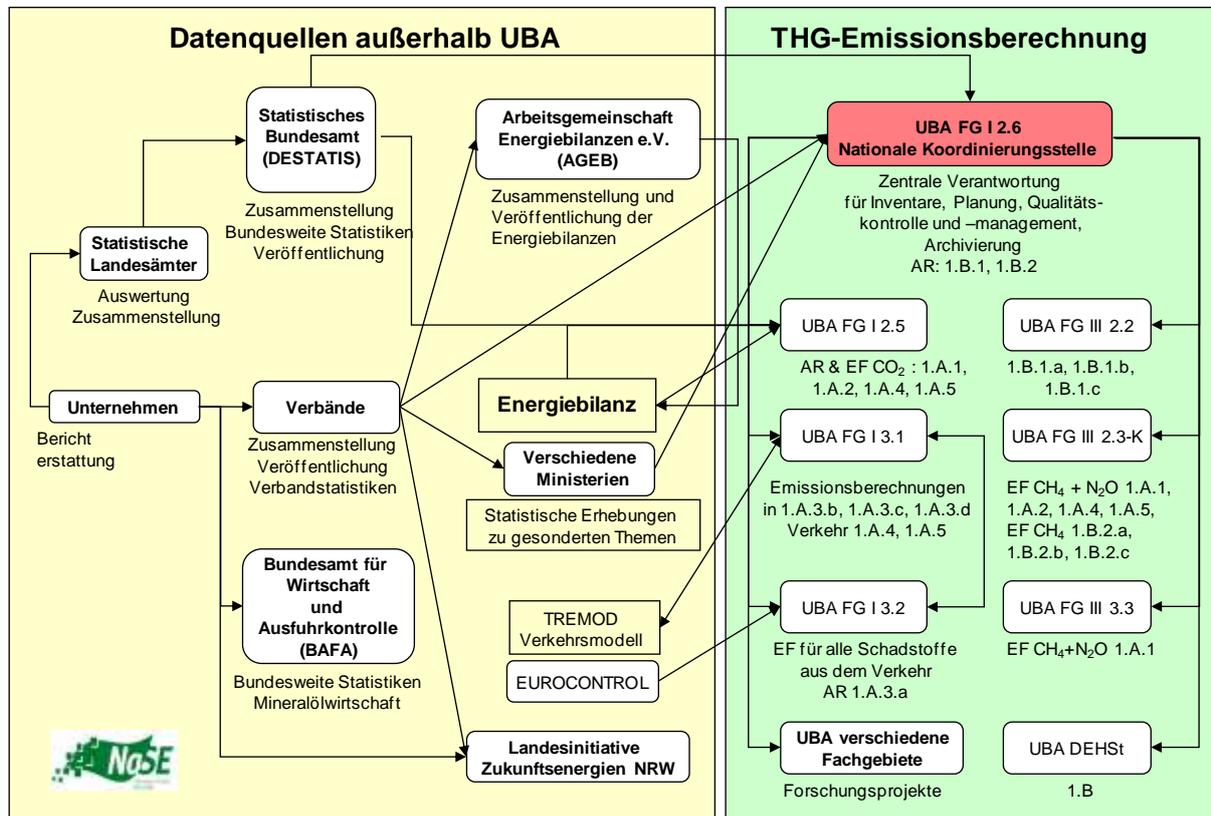


Abbildung 10: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen im Energiebereich

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, Reihe 8.1* (insbesondere der sogenannte BGS-Bogen) und für die Abfalldaten die Fachserie 19 des *Statistischen Bundesamtes*. Diese enthalten Angaben über den Produktions-, Brennstoffverbrauch 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 wird 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 unveröffentlichter Teil der „Fachserie 4, Reihe 8.1“ verwendet. Die Erhebungen enden 2010, für die Einrichtung einer Ersatzerhebung laufen derzeit entsprechende Bemühungen.

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 5.1, IFEU, 2010)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 2004).

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.

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 Mineralöldaten des BAFA entnommen werden da diese in den Energiebilanzen nicht mehr gesondert ausgewiesen sind.

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

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

Daten zu den Quellgruppen der Kategorie 1.B.2 werden aus den Veröffentlichungen des *Statistischen Bundesamtes* Deutschland, des Mineralölwirtschaftsverband e.V. (MWV), der Deutschen Wissenschaftlichen Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle e.V. (DGMK), des Wirtschaftsverbandes Erdöl und Erdgasgewinnung e.V. (WEG) und der Deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW), der Gasstatistik des

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.

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) wird vom Statistischen Bundesamt erhoben, die Verwendung von Soda (2.A.4) 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 Glas) werden den regelmäßig erscheinenden Jahresberichten des Bundesverbandes Glasindustrie entnommen, wobei Hilfsgrößen zum Glasrecycling anderen Statistiken entstammen. Die Produktionsentwicklung der Keramischen Industrie (2.A.7 Keramik) wird unter Verwendung der amtlichen Statistik und Umrechnungsfaktoren des Bundesverbandes der Ziegelindustrie berechnet.

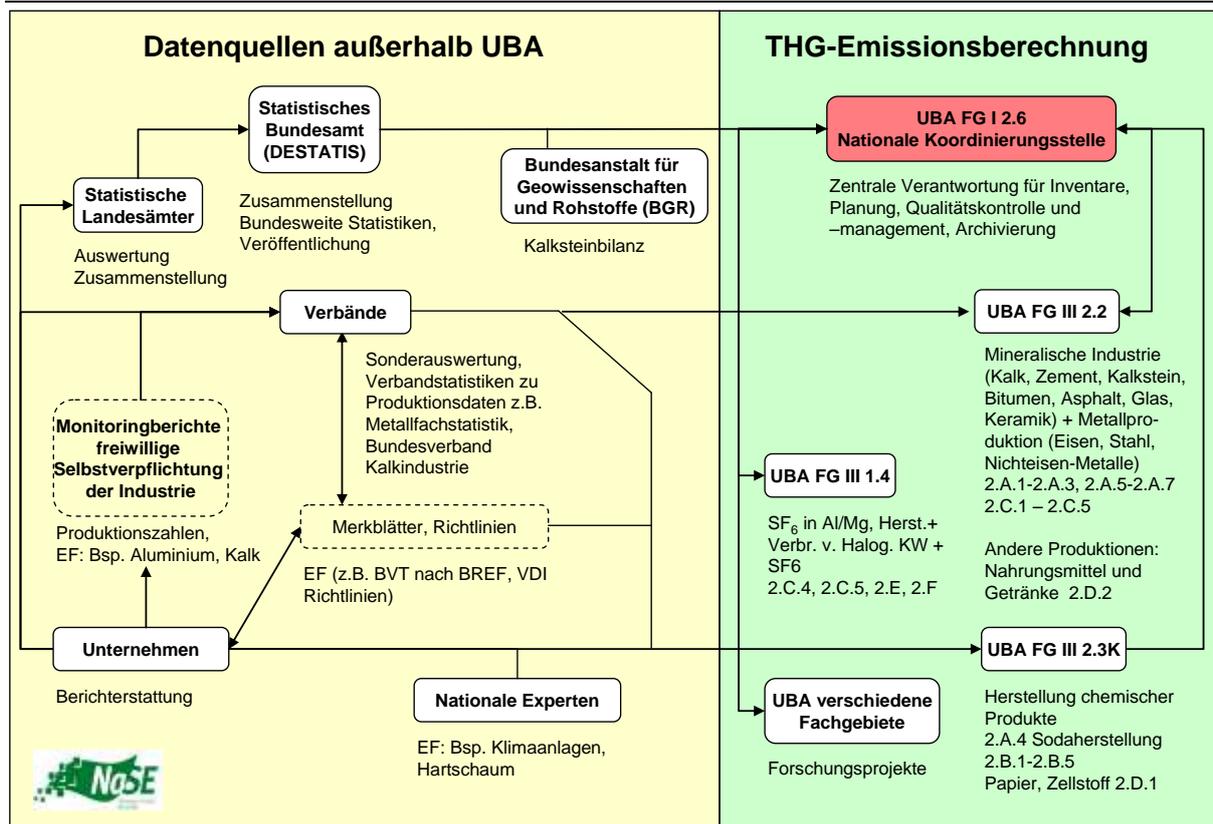


Abbildung 11: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Industrieprozesse

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) erfolgt über stöchiometrische Faktoren. Die Herstellung von Soda (2.A.4) 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 Glas) sind aus der Glaszusammensetzung und für die Keramische Industrie (2.A.7 Keramik) 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 Emissionen aus mehreren Produktionsprozessen berichtet: Produktion von Schwefelsäure, Titandioxid, Organischen Substanzen, Ruß und weiteren Produkten. 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

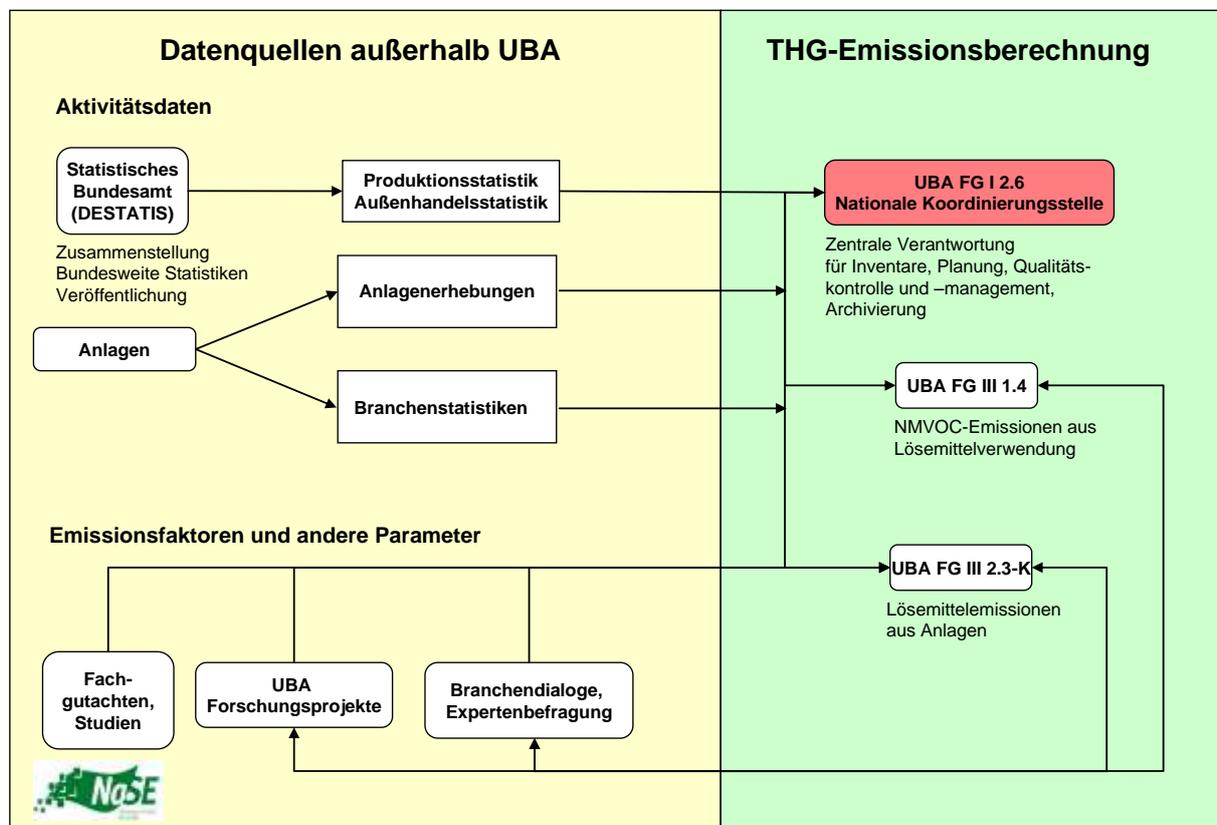


Abbildung 12: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus der Lösemittel- und anderen Produktverwendung

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.

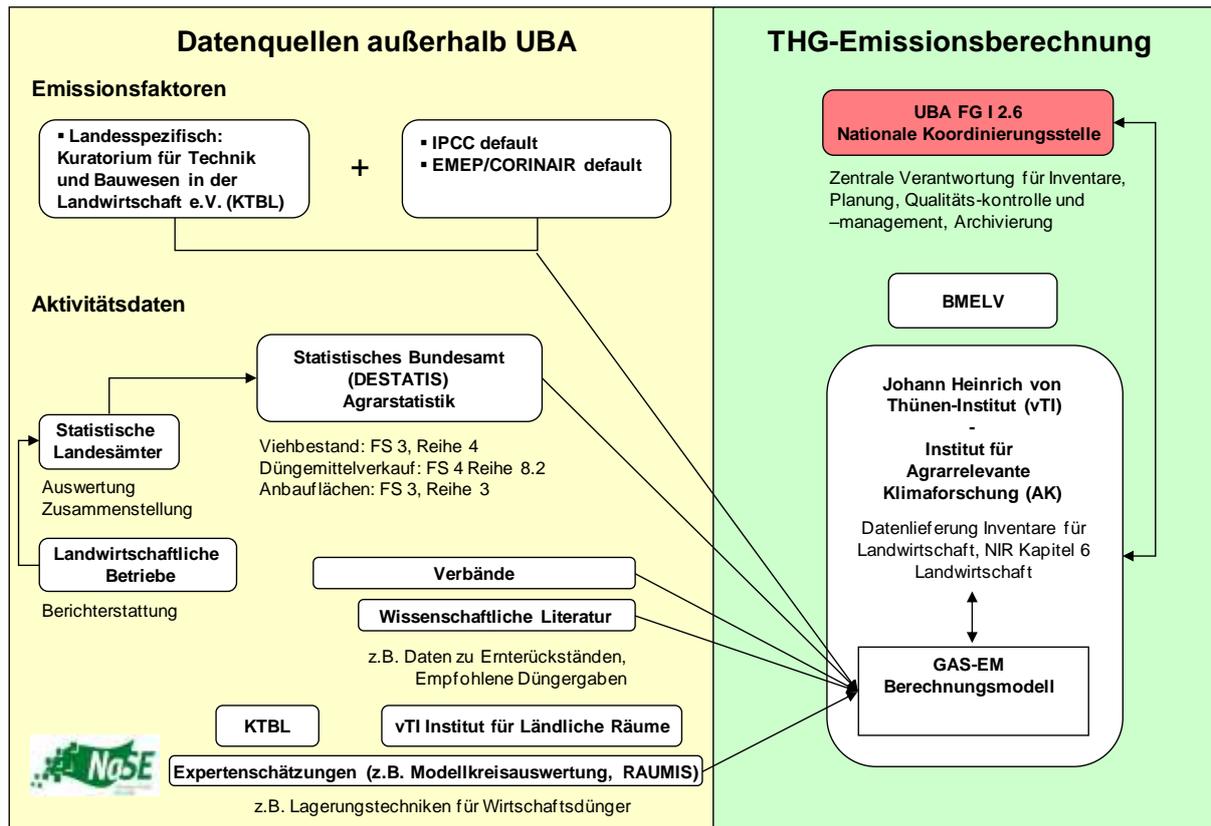
1.4.1.1.4 **Landwirtschaft**

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 & 2009a). 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*, Fachserie 3 Reihe 4), 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

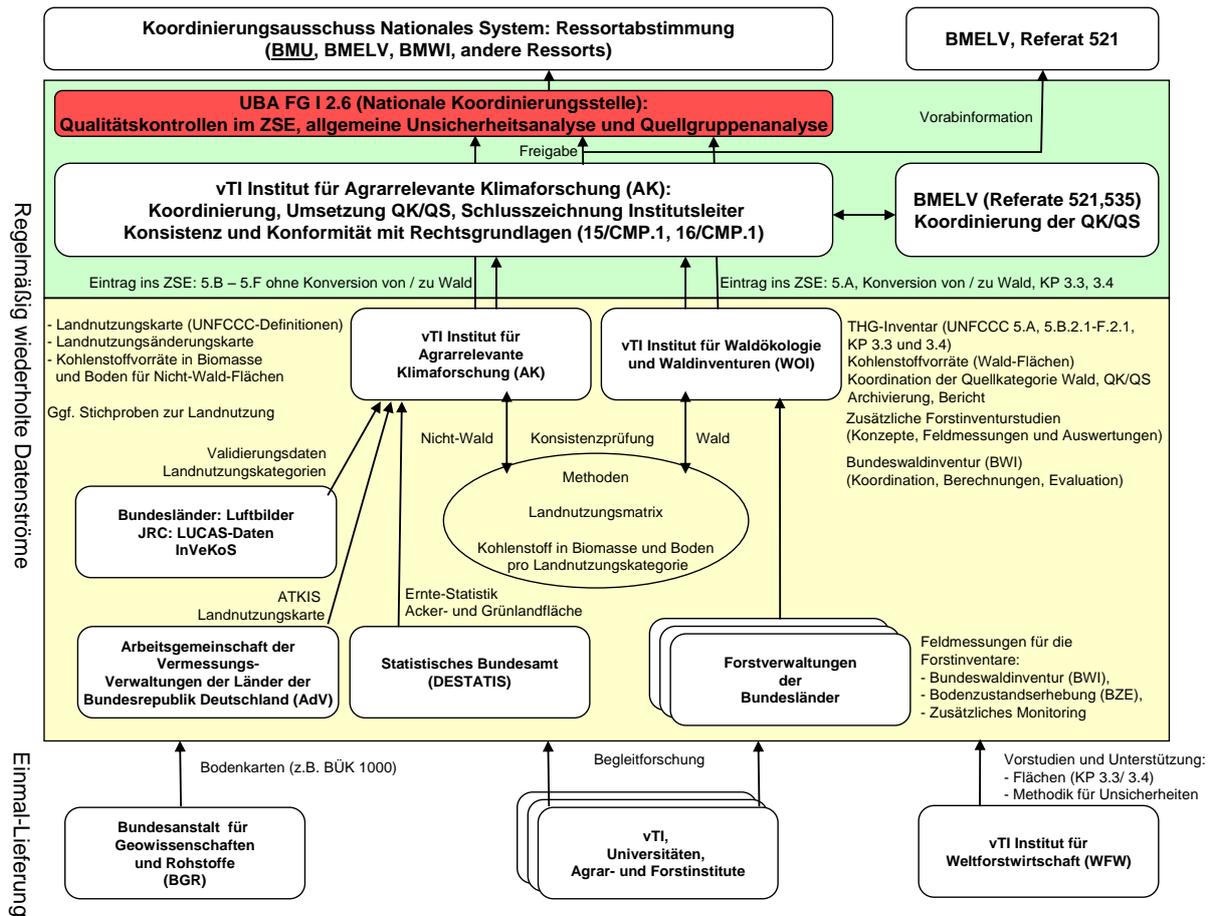


Abbildung 14: Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) und KP-LULUCF

Die Änderung der Kohlenstoffvorräte in der Biomasse der Wälder und die Aktivitätsdaten zu Wald und Landnutzungsänderungen von und zu Wald wurde erstmalig für das Treibhausgasinventar 1990-2003 im Auftrag des BMELV durch die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt (FVA) Baden-Württemberg und ab 2004 vom Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) im Wesentlichen aus den Daten der Bundeswaldinventuren (BWI) und dem Datenspeicher Waldfonds (DSWF) nach den Vorgaben der Good Practice Guidance Land-Use, Land-use Change and Forestry (GPG-LULUCF, IPCC, 2003) abgeleitet. Details zu Datenquellen sind in Kapitel 7.2.1 beschrieben. Zur Ermittlung der CO₂-Emissionen wurde die Stock-Change-Methode verwendet. Die Aktivitätsdaten basieren neben den Angaben der Bundeswaldinventuren auch auf den Informationen aus dem Projekt GSE Forest Monitoring – Inputs für die Nationale Treibhausgasberichterstattung (GSE FM-INT). Nach Vorliegen der Ergebnisse der nächsten nationalen Waldinventur im Jahr 2012 (Bundeswaldinventur 3) wird eine nochmalige Neuberechnung bezüglich 2003 bis 2012 zu endgültigen Emissionsschätzungen führen. Dann wird auch eine Neuberechnung bezüglich der Aktivitätsdaten für diesen Zeitraum zur weiteren Qualitätsverbesserung beitragen und eine erweiterte Schätzung der Unsicherheiten vorliegen. Eine verbesserte Aussage zur Entwicklung innerhalb der Verpflichtungsperiode 2008-2012 ist durch eine bundesweite Inventurstudie 2008 (IS08) zur Erhebung von Daten für den Beginn der Verpflichtungsperiode im Jahr 2008 ermöglicht worden. Die CO₂-Emissionen des Waldes wurden somit von 2002 bis 2008 neu ermittelt.

Die Berichterstattung zu forstlichen Tätigkeiten gemäß Artikel 3 Abs. 4 des Kyoto-Protokolls beruht damit im Wesentlichen auf statistisch-räumlichen Erhebungen, für die ein systematisches Stichprobennetz angewendet wird, an dessen Schnittpunkten die Stichprobenpunkte liegen (siehe Kapitel 11). Auf der Grundlage der Bundeswaldinventur 2, der Inventurstudie 2008 und der derzeit in Vorbereitung befindlichen Bundeswaldinventur 3 (Stichjahr 2012) kann die Senkenwirkung der Wälder für Kohlenstoff in Bezug auf den Kohlenstoffspeicher Biomasse für den Zeitraum zwischen 2002 und 2012 geschätzt werden.

Zur Erfassung der Nutzungsänderungen in den Bereichen Ackerland, Grünland, Feuchtgebiete, Siedlungen und sonstigem Land erfolgt die Flächenerhebung durch die Nutzung eines digitalen Landschaftsmodells (B-DLM/ATKIS). Dieses erfasst die Bundesrepublik Deutschland flächenscharf, vollständig georeferenziert, so dass durch eindeutige Identifikationsnummern (wall to wall) Doppelzählungen ausgeschlossen sind. Die Aktualisierung des Systems wird von den Landesvermessungsämtern der Bundesländer und dem Bundesamt für Kartographie und Geodäsie laufend vorgenommen. Die Feststellung der Landnutzungsänderungen erfolgt für das Inventar auf jährlicher Basis mittels eines GIS.

Die Bodenkohlenstoffvorratsschätzung wird derzeit an Hand von Bodenkarten, die das Bundesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe zur Verfügung stellt, vorgenommen und die Veränderungen dieser Vorräte infolge Nutzungsänderungen mittels aus der wissenschaftlichen Literatur abgeleiteten Emissionsfaktoren 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 Angaben aus dem digitalen Landschaftsmodell. 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 2009) u.a., werden zu qualitativ hochwertigen Abschätzungen der Emissionen und Festlegungen (emissions / removals) für die Landnutzungskategorien Wald, Ackerland, Grasland, Feuchtgebiete, Siedlungen und andere Landnutzungen und einer deutlichen Verringerung der Unsicherheiten führen.

Aufgrund von Inkonsistenzen bei der Landausweisung und den Zeitreihen wird das Berichtssystem LULUC in den nächsten zwei Jahren komplett auf einen rasterbasierten Stichprobenansatz umgestellt. Für diese Submission kam, zur Vermeidung der Inkonsistenzen, ein Mischansatz als Zwischenlösung zur Anwendung. Hierfür wurden die Ergebnisse der forstlichen Stichprobeninventur mit denen des georeferenzierten Ansatzes für alle Flächen außerhalb des Waldes verrechnet. Außerdem wurde, aufgrund der Inkonsistenzen in der Zeitreihe, verursacht durch die Nutzung unterschiedlicher Datenquellen (1990 – 2000 CORINE (UBA), 2000 – 2009 ATKIS® (AdV)), die Landnutzung und deren Änderung für die Jahre 1990 – 2000 erneut rekonstruiert, durch Rück-Extrapolation von ATKIS®-Daten.

1.4.1.1.6 Abfall und Abwasser

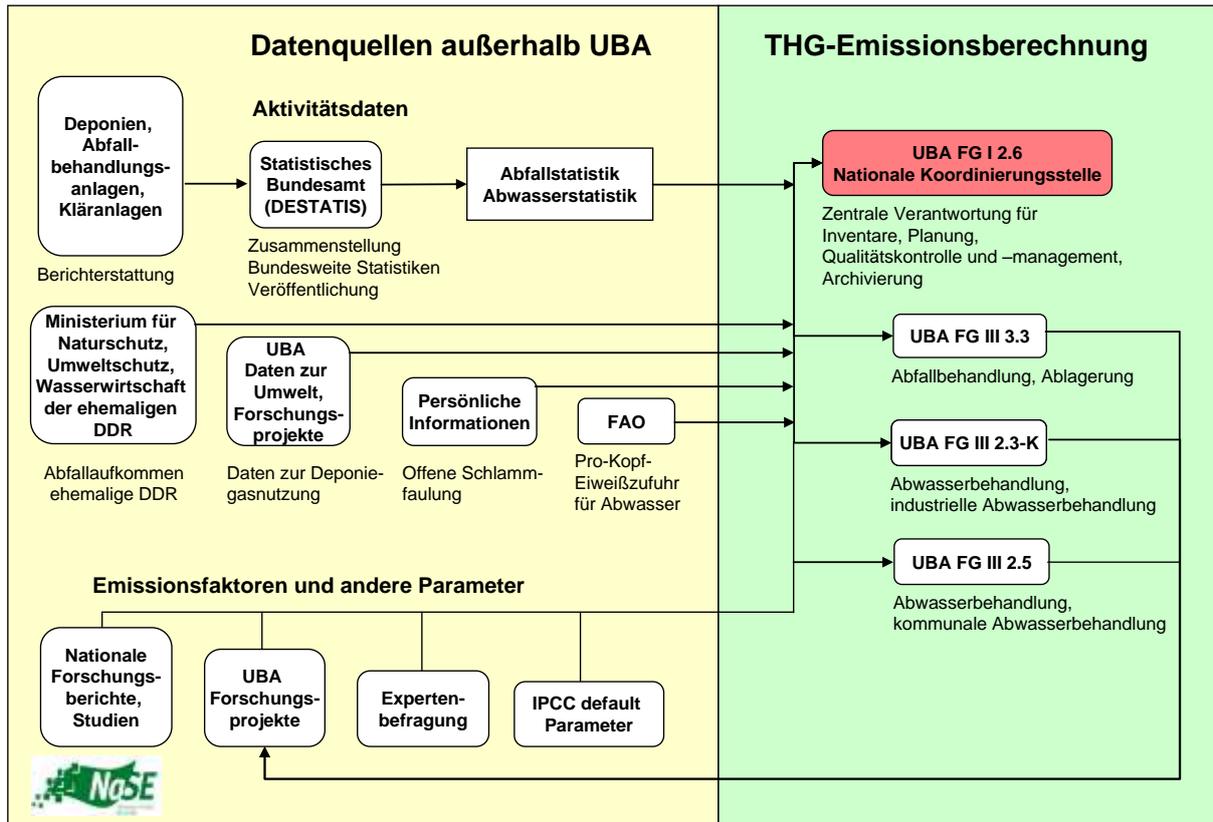


Abbildung 15: Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Abfall und Abwasser

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

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.

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 Ansatz 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 Hauptquellgruppen 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. welches 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.

1.5 Kurzbeschreibung der Hauptquellgruppen

1.5.1 Treibhausgas-Inventar (mit und ohne LULUCF)

Zur Festlegung der Hauptquellgruppen wurden beide Tier 1-Verfahren Level (für das Basisjahr, 1990 und 2009) sowie Trend (für 2009 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 Hauptquellgruppen gehen auf das Jahr 2009 zurück – sie ergaben sich entweder durch die Levelanalysen 2009 oder die Trendbewertung.

Im Ergebnis wurden für das Jahr 2009 im Tier 1-Verfahren insgesamt 39 der untersuchten 120 Quell- bzw. Senkengruppen als Hauptquelle identifiziert. Nur 26 hiervon wurden gleichzeitig durch die Trend- und Levelanalysen als Hauptquellgruppe ermittelt. Zusätzlich wurden 8 Quellgruppen nur durch die Trend- bzw. 5 Quellgruppen nur durch die jeweiligen Levelanalysen als Hauptquellgruppe identifiziert. Im Tier 2-Verfahren wurden 7 weitere Hauptquellgruppen identifiziert (s. Tabelle 8).

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

Tabelle 5: Anzahl der Quellgruppen und Hauptquellgruppen

Quellgruppen			120	Hauptquellgruppen	
nach Level	Level & Trend	Trend		39 (Tier 1)	
5	26	8		+7 (Tier 2)	
				46 (gesamt)	

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

Gegenüber den im vergangenen Jahr ermittelten Ergebnissen sind vor allem durch die Hauptquellgruppenanalyse nach Tier-2 Änderungen eingetreten. Im Vergleich der Tier-1-Analysen sind die folgenden Quellgruppen weggefallen: CO₂-Emissionen aus dem Diesel im Schiffsverkehr (1.A.3.d), SF₆-Emissionen aus der Anwendung in der Aluminium- und Magnesiumproduktion (2.C.4), sowie die CO₂-Emissionen aus 5.F Other land sind keine Hauptquellgruppen mehr. Hinzu gekommen sind N₂O-Emissionen aus der Quellgruppe Lösemittel und andere Produktverwendung (3.D).

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 Hauptquellgruppe. 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 das Forest management gewählt. Diese Ergebnisse sowie die für die Auswahl angewendeten Kriterien enthält CRF-Tabelle NIR.3 (Tabelle 279 in Kapitel 17.1.3).

Tabelle 6: Ergebnis der Hauptquellgruppenanalyse KP-LULUCF

IPCC Source categories	Emissions / Sinks of	1990	2009	Key category assessment
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	CO₂	-70987,6	-20642,4	•
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	CH ₄	0,4	0,2	
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	N ₂ O	0,1	0,1	
5.A.2 Land converted to Forest Land	CO₂	934,2	-4779,2	•
KALK CROPLAND	CO ₂	1158,9	1683,0	
5.B.1 Cropland remaining Cropland	CO₂	21565,2	22998,5	•
5.B.1 Cropland remaining Cropland	N ₂ O	0,0	0,0	
5.B.2 Land converted to Cropland	CO ₂	5915,0	2422,5	
5.B.2 Land converted to Cropland	N ₂ O	2,3	1,1	
5.C.1 Grassland remaining Grassland	CO₂	10132,5	12356,5	•
5.C.2 Land converted to Grassland	CO ₂	-5433,4	-1635,6	
5.D.1 Wetlands remaining Wetlands	CO ₂	2236,1	2355,8	
5.D.2 Land converted to Wetlands	CO ₂	-72,3	52,5	
5.E.1 Settlements remaining Settlements	CO ₂	1938,6	1883,6	
5.E.2 Land converted to Settlements	CO ₂	546,8	395,0	
5.F.1 Other Land remaining Other Land	CO ₂	0,0	0,0	
5.F.2 Land converted to Other Land	CO ₂	0,0	0,0	
5.G Other	CO ₂	116,8	65,4	

Tabelle 7: Hauptquellgruppen für Deutschland gemäß Tier 1-Ansatz

IPCC Source Categories	Activity	Emissions of	Level						Trend		Emission Base Year	Emission 2009	
			Base Year	Base Year +sinks	LEVEL 1990	1990 +sinks	LEVEL 2009	2009 +sinks	2009	2009 +sinks			
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	CH4								•	•	185,8	1.567,8
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	339.017,9	305.235,0
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	N2O								•		3.610,0	3.371,1
1A1b Petroleum Refining	all fuels	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	20.005,9	20.270,2
1A1c Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	all fuels	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	64.393,8	13.029,9
1A2a Manufacturing Industries and Construction: Iron and Steel	all fuels	CO2	•	•	•	•	•	•	•			15.581,8	11.564,4
1A2e Manufacturing Industries and Construction: Food Processing	all fuels	CO2								•	•	1.989,2	162,9
1A2f Manufacturing Industries and Construction: Other	all fuels	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	156.458,9	88.571,2
1A3b Transport: Road Transportation	all fuels	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	150.358,3	144.615,5
1A3c Transport: Railways	all fuels	CO2								•	•	2.880,8	1.126,7
1A3e Transport: Other Transportation	all fuels	CO2	•	•	•	•	•	•	•			4.302,3	3.607,6
1A4a Other Sectors: Commercial/Institutional	all fuels	CH4								•		1.216,1	56,5
1A4a Other Sectors: Commercial/Institutional	all fuels	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	63.949,6	37.579,4
1A4b Other Sectors: Residential	all fuels	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	129.474,0	102.420,9
1A4c Other Sectors: Agriculture/Forestry/Fisheries	all fuels	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	11.059,8	6.051,8
1A5 Other: Include Military fuel use under this category	all fuels	CO2	•	•	•	•	•			•	•	11.811,1	1.339,1
1B1a Fugitive Emissions from Fuels: Coal Mining and Handling	Solid Fuels	CH4	•	•	•	•				•	•	18.415,2	2.763,9
1B1c Fugitive Emissions from Fuels: Other (Abandoned Mines)	Solid Fuels	CH4								•	•	1.806,8	75,3
1B2b Fugitive Emissions from Fuels: Natural Gas	Gaseous Fuels	CH4	•	•	•	•	•	•	•	•	•	6.782,3	6.912,7
2A1 Mineral Products: Cement Production	Clinker Production	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	15.145,8	12.312,8
2A2 Mineral Products: Lime Production	Limestone and Dolomite	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	6.176,5	4.539,5
2B1 Chemical Industry	Ammonia Production	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	5.745,0	6.845,0
2B3 Chemical Industry	Adipic Acid Production	N2O	•	•	•	•	•	•	•	•	•	18.804,6	8.570,0
2B5 Chemical Industry	Other	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	6.888,2	8.749,6
2C1 Metal Production: Iron and Steel Production	Steel (integrated production)	CO2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	22.711,9	11.669,5
2C3 Aluminium Production		PFC's								•	•	1.551,7	247,2
2E Production of Halocarbons and SF6		HFC's	•	•	•	•				•	•	4.218,5	745,7
2F Industrial Processes	Consumption of Halocarbons and SF6	HFC's						•	•	•	•	C	C

IPCC Source Categories	Activity	Emissions of	Level						Trend		Emission Base Year	Emission 2009
			Base Year	Base Year +sinks	LEVEL 1990	1990 +sinks	LEVEL 2009	2009 +sinks	2009	2009 +sinks		
2F Industrial Processes	Consumption of Halocarbons and SF6	SF6	•	•	•	•			•	•	C	C
3D Total Solvent and Other Product Use		N2O							•	•	1.924,6	314,6
4A1 Enteric Fermentation	Dairy Cattle	CH4	•	•	•	•	•	•	•	•	14.135,1	11.326,3
4A1 Enteric Fermentation	Non-Dairy Cattle	CH4	•	•	•	•	•	•			11.827,2	8.435,0
4D1 Agricultural Soils	Direct Soil Emissions	N2O	•	•	•	•	•	•	•	•	30.785,2	27.167,6
4D1 Agricultural Soils	Indirect Emissions	N2O	•	•	•	•	•	•	•	•	17.194,6	14.745,2
5A Forest Land		CO2		•		•		•		•	-70.053,4	-25.421,6
5B Cropland		CO2		•		•		•		•	28.639,1	27.103,9
5C Grassland		CO2		•		•		•		•	4.699,1	10.720,8
6A Solid Waste Disposal on Land	Managed Waste Disposal on Land	CH4	•	•	•	•	•	•	•	•	38.598,0	8.463,0
6B Wastewater Handling	Domestic and Commercial Wastewater	CH4							•	•	2.226,2	80,9

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

IPCC Source Categories	Activity	Emissions of
1B2b Fugitive Emissions from Fuels: Natural Gas	Gaseous Fuels	CO ₂
4B1 Manure Management	Dairy Cattle	CH ₄
4B1a Manure Management: Other	Dairy Cattle	N ₂ O
4B8 Manure Management: Swine	Swine	CH ₄
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

Seit der Berichterstattung 2006 werden die Inventare in der vom Klimasekretariat bereitgestellten CRF-Reporter-Software übermittelt. Wie auch die vorhergehenden Versionen beinhaltet die aktuelle Version variierende Programmierfehler. Die identifizierten Programmierfehler wurden an UNFCCC übermittelt. Aufgrund der bestehenden Softwarefehler können Probleme hinsichtlich der Datenvalidität nicht ausgeschlossen werden. Auch erfordert die Eingabe erheblich mehr Zeit und Sorgfalt bei der Qualitätssicherung, als derzeit aufgrund der bestehenden Fristen geleistet werden kann. Dieses Problem kann das deutsche QSE jedoch nicht mit eigenen Maßnahmen abdecken, hier ist das Klimasekretariat um Abhilfe gebeten.

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-Prüfebene in die Emissionsberichterstattung eingebunden. Die Prüfebene 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 Unsicherheitsschätzung 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) sowie um die Auswertung der Ergebnisse der verschiedenen Reviewprozeduren der UNFCCC und der EU-Kommission. 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 2011

Planung zur Inventarverbesserung / Handlungsbedarf	Kategorie (GRF-Code)
Überprüfung, ob die Anforderungen der IPCC-Good Practice Guidance an die Auswahl der Berechnungsmethode und die Verfahren bei vorliegenden Methodenwechsel erfüllt sind.	6.B.2
Überprüfung, ob die Hinweise aus den Inventarüberprüfungen berücksichtigt werden konnten.	1, 1.A.1.a, 1.A.2.a, 1.A.3.b, 2.C.3, 5, 5.A.1, 6, 6.A.1, 6.B.2, 6.C
Überprüfung, ob Lücken in der Datenverfügbarkeit für Zeitreihe(n) ab 1990 vorliegen.	2.C.2+3, 4.A.(b), 4.B.(b), 4.D
Überprüfung, ob die AR die Anforderungen an die Vollständigkeit erfüllen (ohne Fehlstellen, vollständig dokumentiert und plausibel).	1.A.1.a, 1.A.3.a, 2.A.7.(a), 4.A.(b), 4.B, 4.D, 5.A, 6.A.1, 6.D.2
Überprüfung, ob die EF die Anforderungen an die Vollständigkeit erfüllen (ohne Fehlstellen, vollständig dokumentiert und plausibel).	1.A.3.e.ii, 5.B, 5.C, 5.D
Überprüfung, ob die Quellgruppe vollständig durch die Datenquelle abgedeckt wird und die Datenzuschnitte der EF und AR übereinstimmen.	1.A.3.e.ii, 6.B.2
Überprüfung, ob die Unsicherheiten ermittelt wurden und vollständig sind.	1.A.2, 1.A.3.a.ii+c+e.ii, 1.A.5.b, 2.C.1-3, 5.B-D, 6.A.1, 6.B.2
Überprüfung, ob die Anforderungen an die Datenkonsistenz erfüllt werden und die jeweiligen Unterlagen vollständig und nachvollziehbar sind.	1.A.2.+a, 1.A.4.c.ii, 2.D.1.(b), 6.B.2
Überprüfung, ob die Anforderungen zum Abgleich und zur Verifizierung von Daten bzw. zugrunde liegender Annahmen erfüllt werden.	1.A, 1.A.1+2, 1.A.2.a+f, 1.A.3.a.ii+b+c+d.ii+e, 1.A.4.c.ii, 1.A.5.b, 1.B.1+2, 2.A.1+2+4, 2.B.1, 2.C.1+3, 2.D.2, 6.A.1, 6.B.2
Überprüfung, ob Dateneingaben in das ZSE richtig im Sinne einer fehlerfreien Eingabe von Zahlen, Einheiten, Umrechnungsfaktoren und korrekter Einbindung sind.	6.B.2
Überprüfung, ob die Quellgruppe für den NIR entsprechend der geforderten sechs Unterkapitel des NIR ("Beschreibung der Quellgruppe", "Methodische	1.A.2.f.(a+c), 2.D.1.(b), 6.B.2

Aspekte" etc.) vollständig und nachvollziehbar beschrieben ist.	
Überprüfung, ob die geforderten Aufzeichnungs- und Dokumentationspflichten erfüllt werden und die jeweiligen Unterlagen vollständig und nachvollziehbar sind.	1.A.2.f, 1.A.3.a.ii, 1.A.3.b+c+d.ii+e.ii, 1.A.4.c.ii, 1.A.5.b, 1.B.1+2, 1.C.1.b, 2.C.1, 2.D.1, 6.B.2
Überprüfung, ob die verwendeten Datenquellen(n) langfristig verfügbar sind.	1.A.2
Überprüfung, ob Datenlieferanten bzw. Auftragnehmer geeignete routinemäßige Qualitätskontrollen durchführen und ob die durch die Nationale Koordinierungsstelle festgelegten Anforderungen an die Emissionsberichterstattung an diese weitergegeben und umgesetzt werden.	1.A.2+3, 1.A.4.cii, 1.A.5.b, 1.C.1.b, 2.C.2, 4.A.(b), 4.B.(b), 4.D, 6.B.2
Handlungsbedarfe unterschiedlichen Inhalts.	1.A.3.a+d+e, 1.A.4, 1.B.2.d, 2.A.5, 2.C.1, 2.D.1, 4, 4.A+B+D, 5
Überprüfung ob Zuständigkeiten aktualisiert werden müssen.	1.B.1, 2.A.5+6, 2.B.5.(e), 3.D.1+4
Initiierte Forschungsprojekte zur Inventarverbesserung.	1.A.1, 1.A.2.f, 1.A.3.e, 1.B.1.c, 1.B.2, 1.C.1.B, 2.A.2, 2.A.6, 5.A.+D+E, 6.A.1, 6.D.1

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.

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. Um die o.g. Potentiale regelmäßig nutzen zu können, ist für den jährlich erforderlichen Datenaustausch ein formalisiertes Verfahren mit terminlichen und ablaufmäßigen Festlegungen vereinbart worden.

1.6.2.2 Workshop 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* diene, 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* diene. 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. Für 2011 ist ein weiterer Workshop zu den Quellgruppen Landwirtschaft und LULUCF geplant. Damit kommt Deutschland der Empfehlung aus §39 des Initial Review 2007 nach.

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 Nationale Koordinierungsstelle 2008 einen Auftrag zur Erstellung eines juristischen

Gutachtens erteilt. Die Ergebnisse fließen gegenwärtig in die Überarbeitung und Weiterentwicklung des 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 Unsicherheitsschätzung

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 Unsicherheitsangaben wird der größere der beiden Werte bei Annahme einer Normalverteilung sowohl als obere als auch als untere Schranke verwendet. In jedem Sektor werden die Unsicherheiten der einzelnen Zeitreihen zu einer Gesamtunsicherheit des Sektors mit Hilfe der Formel 6.3 der IPCC Good Practice Guidance aggregiert (Kombination von Unsicherheiten über Addition). Dabei werden die Unsicherheiten der einzelnen Aktivitätsraten, Emissionsfaktoren und erfassten Emissionen (U_i in Formel 6.3) zusammen mit den entsprechend berechneten oder erfassten Emission (x_i in Formel 6.3) berücksichtigt. 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 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 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 Quellgruppe Abfalldeponierung (CRF 6.A.1) und Abwasserbehandlung (CRF 6.B.1) sind die Unsicherheiten der dort anzusetzenden Emissionsparameter als hoch anzunehmen. Das gilt insbesondere für den Bereich der Kompostierung und MBA sowie auch für die Abfalldeponierung, da sich dort die Vielfalt der verschiedenen Abfallarten negativ auf die Datensicherheit der Emissionsparameter auswirkt. Die Aktivitätsraten sind ebenfalls unsicher, da 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 2008 beträgt 6,6 % (level) bzw. 7,1% (trend).

Gegenüber dem Vorjahr ist eine Erhöhung der Gesamtunsicherheit zu verzeichnen, die hauptsächlich 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 314 und Tabelle 315) 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.

Für den regelmäßigen Datenaustausch wurde eine Vereinbarung zur Datenbereitstellung der DEHSt an die Nationale Koordinierungsstelle geschlossen. Der regelmäßige Prüfprozess innerhalb der Quellgruppenverantwortlichkeit soll durch die Anpassung des QK-Systems mittels Checklisten verankert werden.

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 10 werden die für dieses Inventar ermittelten Gesamtemissionen der direkten und indirekten Treibhausgase sowie des Säurebildners SO₂ zusammengestellt. Im Ergebnis der 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 in Höhe von 1.232.429,543 Gg CO₂-äquivalent für die 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 minus 21 %. Der gegenüber 1990 erreichte jährliche Fortschritt wird in der Tabelle 11 im zeitlichen Verlauf abgebildet. Mit Ausnahme der HFC konnten bei allen hier berechneten Emissionen deutliche Emissionsminderungen erreicht werden. Insgesamt sanken die Emissionen der Treibhausgase als CO₂-Äquivalente gegenüber der vorgenannten Bezugsgröße um 25,3 %.

Alle detaillierten Tabellen zur Trenddiskussion finden sich im Anhangkapitel 22.3.

Trendverlauf unter Beachtung von Änderungen zum Vorjahr des Berichtszeitraumes

Gegenüber dem Vorjahr 2008 sanken die Gesamtemissionen drastisch um 6,3 %. Dabei standen einer Verringerung der CO₂-Emissionen sowie Minderungen der Methanemissionen lediglich höheren Emissionen von F-Gasen gegenüber.

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

Änderungen im Trendverlauf auf Grund von Rekalkulationen

Trotz umfangreicher Rekalkulationen bei der Zuordnung der CO₂-Emissionen aus dem Eisen- und Stahlbereich wurde der Gesamttrend kaum beeinflusst.

Tabelle 10: Emissionen von direkten und indirekten Treibhausgasen und SO₂ in Deutschland seit 1990

Emissionsentwicklung (Gg)	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Netto-CO ₂ -Emissionen/ -Einbindungen	1.009.739	897.803	857.842	878.950	883.594	861.491	862.410	805.959
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	1.041.688	930.420	890.994	863.955	870.164	847.276	847.967	788.803
CH ₄	107.293	92.198	74.759	57.225	54.172	52.048	51.262	48.799
N ₂ O	87.833	82.617	64.995	64.926	63.804	66.311	67.364	66.897
HFCs (CO ₂ -äqui.)	4.369	6.469	6.483	10.001	10.539	11.145	11.474	11.952
PFCs (CO ₂ -äqui.)	2.708	1.750	781	709	571	530	531	432
SF ₆ (CO ₂ -äqui.)	4.785	7.220	4.826	3.726	3.651	3.537	3.288	3.223
CO	12.259	6.560	4.894	3.717	3.649	3.554	3.488	3.086
NMVOG	3.750	2.156	1.662	1.413	1.402	1.347	1.296	1.284
NO _x	2.942	2.209	1.911	1.581	1.584	1.521	1.465	1.367
SO ₂	5.312	1.725	656	539	543	517	507	448

Tabelle 11: Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO₂ in Deutschland seit dem jeweiligen Bezugsjahr

Emissionsentwicklung gegenüber dem Bezugsjahr / dem Vorjahr (%)	Bezugsjahr	Bezugsjahr bis 2008	Bezugsjahr bis 2009	gegenüber dem Vorjahr (2008 – 2009)
Netto-CO ₂ -Emissionen/ -Einbindungen	1990	-14,6	-20,2	-6,5
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	1990	-18,6	-24,3	-7,0
CH ₄	1990	-52,2	-54,5	-4,8
N ₂ O	1990	-23,3	-23,8	-0,7
HFCs (CO ₂ -äquivalent)	1995	+77,4	+84,8	+4,2
PFCs (CO ₂ -äquivalent)	1995	-69,6	-75,3	-18,6
SF ₆ (CO ₂ -äquivalent)	1995	-54,5	-55,4	-2,0
Gesamt-Emissionen gegen EU Lastenverteilung ¹⁷	<i>festgelegtes Basisjahr</i>	-20,3	-25,3	-6,3
CO	1990	-71,5	-74,8	-11,5
NMVOG	1990	-65,4	-65,8	-1,0
NO _x	1990	-50,2	-53,5	-6,7
SO ₂	1990	-90,5	-91,6	-11,5

2.1 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs für aggregierte Treibhausgasemissionen

Bis zum Jahr 2009 konnte die eingangs beschriebene Verpflichtung zur Minderung der Treibhausgasemissionen im Rahmen der EU-Lastenteilung mit einem Rückgang von 25,3 % erfüllt werden. Die einzelnen Treibhausgase trugen dabei in unterschiedlichem Maß zu dieser Entwicklung bei (siehe Tabelle 1), was sich aus den unterschiedlichen Anteilen der einzelnen Treibhausgase an der Gesamtemission eines Jahres ergibt. Bei den direkten Treibhausgasen konnten die Emissionen der mengenmäßig dominierenden Gase deutlich gemindert werden, am stärksten bei Methan. Die Ursachen für diese Reduktionen sind im Wesentlichen im Folgenden benannt:

- Umstellungen der Nutzung fester Brennstoffe auf emissionsärmere flüssige und gasförmige Brennstoffe im Zeitraum seit 1990;

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

- Steigende Bedeutung der Nutzung der Erneuerbaren Energien und damit verbundene Substitution fossiler Brennstoffe;
- Gesteigerte Anlageneffizienz ;
- Veränderung von Tierhaltungsbedingungen und der Abbau von Tierbeständen;
- Veränderungen in den Datengrundlagen 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.

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 Gesamttreibhausgasen seit 1990 gestiegen (s. Tabelle 2). Alle anderen Treibhausgase verursachen zusammen nur reichlich ein Zehntel der Gesamttreibhausgasemissionen. Dieses Verteilungsspektrum der Treibhausgasemissionen ist typisch für ein hoch industrialisiertes Land.

2.2 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs nach Treibhausgasen

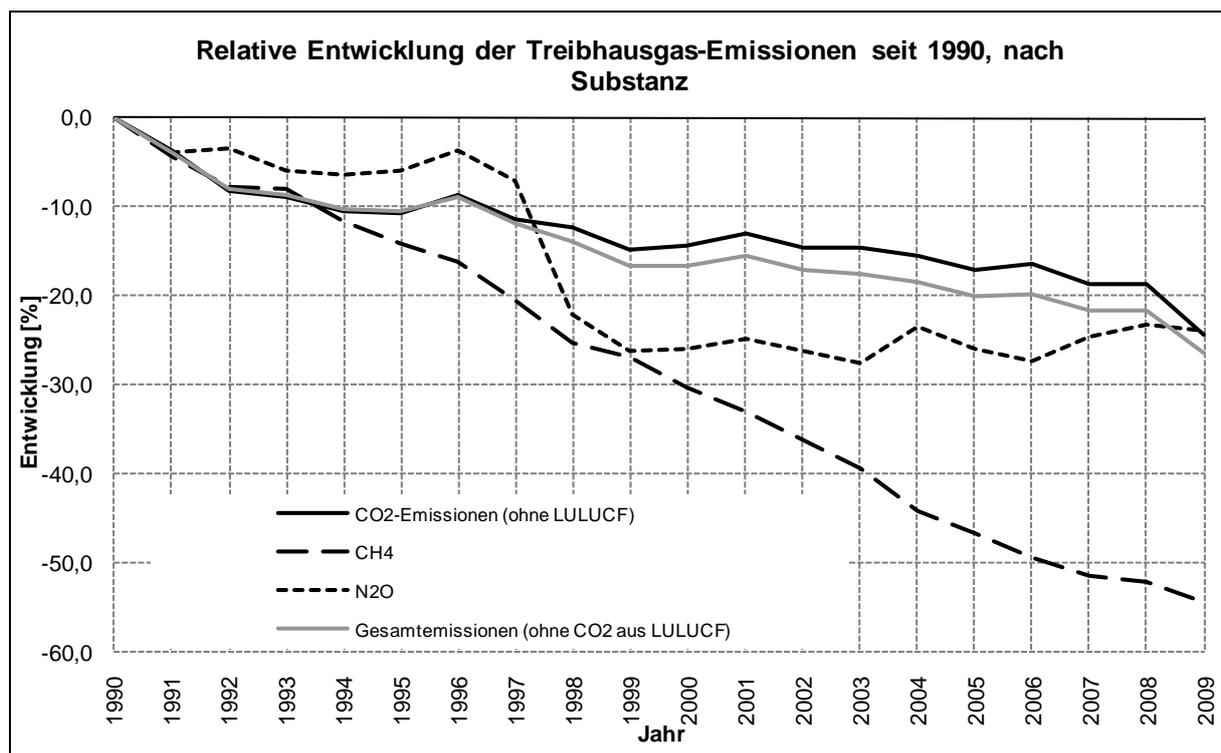


Abbildung 16: Relative Entwicklung der Treibhausgase gegenüber 1990

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 im gesamten Energiesektor 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. Dieser Trend setzt 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 Quellgruppenebene betrachtet, so fällt die Entwicklung sehr einheitlich aus. Verglichen mit 1990 sanken die Emissionen in allen Quellgruppen der energiebedingten Emissionen um insgesamt 254 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 152 Mio. t. Der Anteil von Dieselmotoren am Gesamtkraftstoffverbrauch im Straßenverkehr ist im gesamten Zeitraum stark gestiegen. So wurden im Straßenverkehr 1990 die Emissionen noch zu fast 2/3 durch den Benzinverbrauch verursacht. Nunmehr hat sich das Verhältnis fast umgekehrt, womit die Emissionen aus Diesel überwiegen.

Trendverlauf unter Beachtung von Änderungen zum Vorjahr des Berichtszeitraumes

Gegenüber dem Vorjahr sanken die Emissionen in allen wirtschaftlichen Sektoren krisenbedingt zum Teil erheblich, was andere Einflüsse vollständig überdeckt.

Im Bereich der kleinen Feuerungsanlagen und in den Haushalten sowie im Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sanken die Emissionen gegenüber dem Vorjahr ebenfalls aufgrund eines geringeren Heizölabsatzes.

Änderungen im Trendverlauf auf Grund von Rekalkulationen

Trotz umfangreicher Rekalkulationen bei der Zuordnung der CO₂-Emissionen aus dem Eisen- und Stahlbereich wurde der Gesamttrend kaum beeinflusst, in einzelnen Zwischenjahren jedoch merklich.

2.2.2 Lachgas (N₂O)

Die N₂O-Emissionen sanken seit 1990 um ca. 24 %. 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. Durch technische Minderungsmaßnahmen wurden die Emissionen aus der Chemischen Industrie bezogen auf 1990 um etwa zwei Drittel gemindert, seit 1999 wird die Emissionsentwicklung stark durch die konjunkturelle Entwicklung in der chemischen Industrie beeinflusst.

Trendverlauf unter Beachtung von Änderungen zum Vorjahr des Berichtszeitraumes

Gegenüber dem Vorjahr sanken die Emissionen in fast allen Sektoren krisenbedingt, was andere Einflüsse vollständig überdeckt. Nur in der chemischen Industrie stiegen die Lachgasemissionen.

2.2.3 Methan (CH₄)

Die Methanemissionen werden hauptsächlich durch die landwirtschaftliche Tierhaltung, die Abfalldeponierung und die Verteilung flüssiger und gasförmiger Brennstoffe verursacht. Diesen Emissionsfrachten gegenüber sind die energie- und prozessbedingten Emissionen fast zu vernachlässigen. Die Emissionen konnten seit 1990 um 54,5 % vermindert 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 des im Kohlebergbau anfallenden Grubengases. Die Emissionen sanken in diesem Bereich seit 1990 um über 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 4,8 %. Diese Entwicklung geht auf die Verringerung der Emissionen aus der Steinkohlenförderung sowie den weiteren Rückgang der Deponieemissionen zurück.

2.2.4 F-Gase

In Abbildung 17 werden die Emissionsverläufe der sogenannten F-Gase im Zeitraum 1995-2009 dargestellt. Die Emissionen der HFC stiegen vor allem aufgrund des verstärkten Einsatzes als Kühlflüssigkeit in Kälteanlagen und der zunehmenden Entsorgung dieser Anlagen. Emissionsreduzierungen durch den verminderten Einsatz in PU-Montageschäumen wurden dabei überkompensiert. Die Emissionsminderungen bei den PFC wurden hauptsächlich durch Anstrengungen der Hersteller von Primäraluminium und der Halbleiterhersteller erreicht. Der Rückgang bei den SF₆-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 CO₂-Äquivalente gesenkt. Vergleichbares gilt für Schallschutzscheiben, in denen SF₆ bei der Herstellung gegenüber 1995 fast auf null reduziert wurde. Hier ist jedoch in den kommenden Jahren durch die zunehmende Entsorgung der alten Schallschutzscheiben mit ansteigenden Emissionen zu rechnen. Die heutigen und künftigen Emissionen stammen zu einem Großteil aus der offenen Entsorgung alter Scheiben. Auch bei Anlagen zur Elektrizitätsübertragung sanken die Emissionen deutlich. Wichtige neue Emissionsquellen sind das Schweißen, die Herstellung von Solarzellen und von optischen Glasfasern. Die SF₆-Emissionen sind auch in den letzten Jahren gesunken. Langfristig ist aber mit stark steigenden Emissionen aufgrund der zunehmenden Entsorgung von Schallschutzscheiben zu rechnen.

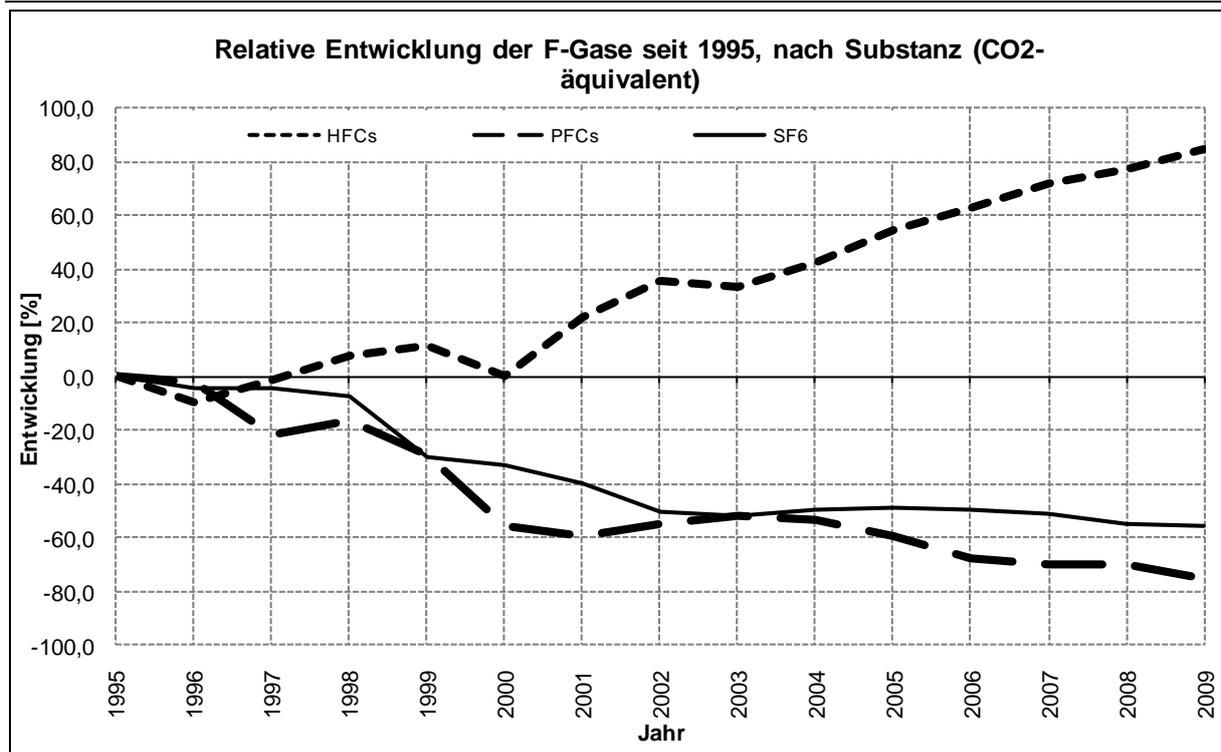


Abbildung 17: Relative Entwicklung der F-Gase gegenüber 1995

Änderungen im Trendverlauf auf Grund von Rekalkulationen

Im Bereich der Sekundäraluminiumproduktion (2.C.4) sind durch die Berücksichtigung von Abgasbehandlungsanlagen im Inventar die SF₆-Emissionen deutlich gesunken.

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. Diese Verhältnisse stellen sich jedoch bei den energiebedingten, aber nichtverbrennungsbedingten Emissionen (Quellgruppe 1.B.) gegensätzlich dar. Hier sind die CO₂-Emissionen sehr gering, während die Emissionsentwicklung deutlich durch die Verteilung flüssiger und gasförmiger Brennstoffe verursachten CH₄-Emissionen geprägt wird. Insgesamt nahmen die energiebedingten Emissionen aller Treibhausgase seit 1990 um fast 25,5 % ab. Dies wird bei den verbrennungsbedingten Emissionen durch Brennstoffumstellung, Erhöhung der Energieeffizienz und technischer Wirkungsgrade sowie die zunehmende Nutzung emissionsfreier Energiequellen verursacht, während sich bei den Verteilungsemissionen die verstärkte Grubengasnutzung, die Sanierung der Gasverteilungsnetze sowie die Einführung von Gaspendelungsanlagen bei der Kraftstoffverteilung auswirken.

In Tabelle 322 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 zurückgehende Produktionszahlen insbesondere in der Eisen- und Stahlindustrie, der chemischen Industrie sowie der Zementindustrie die Emissionen gegenüber dem Vorjahr sinken 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. Hier haben die in Deutschland tätigen Produzenten im Jahr 1997 die Nachrüstung der Produktion mit Anlagen zur Emissionsminderung abgeschlossen. Dieser Trend wird durch Produktionssteigerungen zunehmend kompensiert. Insgesamt sanken die N₂O-Emissionen seit 1990 um ca. zwei Drittel.

Für alle Industrieprozesse und Treibhausgase zusammen ergibt sich seit 1990 eine Minderung an THG-Äquivalenten um 22,4 %, und im Vergleich zum Vorjahr von 10,6 %. Die Änderung gegenüber dem Vorjahr wurde durch den Produktionseinbruch in der Eisen- und Stahlindustrie dominiert.

Lösemittel und andere Produktverwendung

Die Emissionen des Bereiches Lösemittel- und Produktverwendung sanken seit 1990 um ca. 60 %. Die hier bilanzierten Emissionen werden durch die indirekten CO₂Emissionen aus der Anwendung von Lösemitteln (NMVOC) dominiert (Anteil etwa 2/3). Die Emissionen aus der Narkoseanwendung von N₂O sanken seit 1990 um nahezu 44 %. Dies ist Ergebnis einer Bilanzierung für die Jahre 1990 und 2001.

Landwirtschaft

Die Abnahme der landwirtschaftlichen Emissionen um über 16 % seit 1990 geht im Wesentlichen auf eine Abnahme der Tierbestände, aber auch auf Reduktionen der Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden und Düngermanagement zurück.

Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft

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

Abfall und Abwasser

Die deutlichste Emissionsminderung von 72,7 % trat im Bereich der Abfallemissionen auf. Hier hat die Einführung eines verstärkten Recyclings von wiederverwertbaren Stoffen (Gelber Sack, Verpackungsverordnung u.ä.) sowie die seit Juni 2005 nicht mehr zugelassene Deponierung von biologisch abbaubaren Abfällen zu einer Verringerung der jährlich deponierten Abfallmengen geführt und damit eine Minderung von über 70 % 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 um fast die Hälfte.

Tabelle 12: 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
1. Energie	0,0	-11,4	-15,8	-18,9	-18,5	-20,8	-20,6	-25,4
2. Industrieprozesse	0,0	2,6	-18,4	-14,6	-13,3	-10,5	-13,2	-22,4
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	0,0	-20,6	-35,0	-54,2	-53,7	-56,5	-59,5	-60,1
4. Landwirtschaft	0,0	-11,9	-11,0	-15,4	-17,2	-17,6	-14,1	-16,2
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft								
CO ₂ (Netto-Senke)								
N ₂ O & CH ₄	0,0	-0,9	-0,8	-1,1	-16,8	25,8	-0,1	-47,3
6. Abfall	0,0	-7,6	-37,2	-59,2	-63,4	-66,8	-69,4	-72,7

Emissionsentwicklung gegenüber dem jeweils letzten Jahr, Veränderung in %	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
1. Energie	0,0	-0,3	-0,3	-1,9	0,6	-2,8	0,3	-6,1
2. Industrieprozesse	0,0	-1,9	3,8	-3,2	1,6	3,3	-3,1	-10,6
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	0,0	0,2	-8,1	-6,5	1,1	-6,0	-7,0	-1,5
4. Landwirtschaft	0,0	3,1	-0,1	-0,9	-2,2	-0,4	4,3	-2,4
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft								
CO ₂ (Netto-Senke)								
N ₂ O & CH ₄	0,0	-0,5	0,2	-0,1	-15,9	51,2	-20,6	-47,3
6. Abfall	0,0	-3,6	-6,0	-9,6	-10,4	-9,1	-8,0	-10,8

Die detaillierten Daten finden sich in Tabelle 323 in Anhangkapitel 22.3.

2.4 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs für indirekte Treibhausgase und SO₂

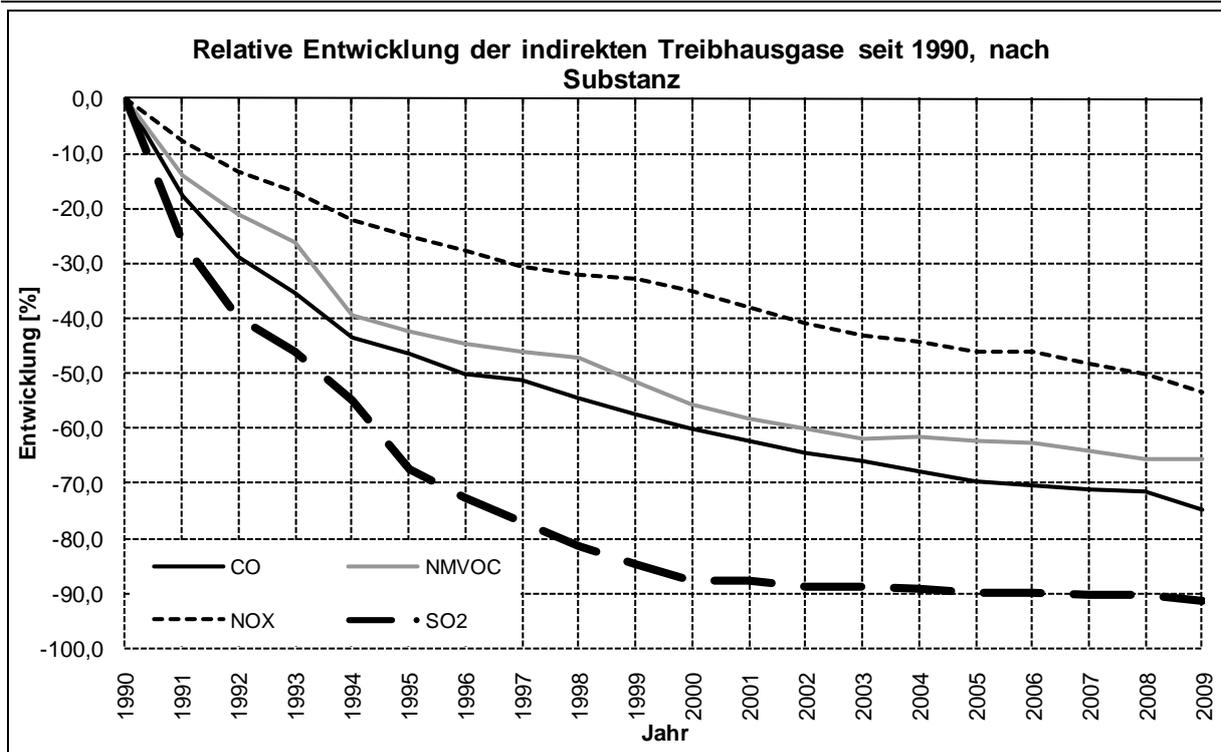
Die relative Emissionsentwicklung der indirekten Treibhausgase und SO₂ sind grafisch in der Abbildung 18 und in Tabelle 11 jeweils als Zeitreihen seit 1990 dargestellt. In diesem Zeitraum wurden deutliche Minderungen der Emissionen dieser Schadstoffe erreicht. So gingen die Emissionen von SO₂ um über 91 %, die von CO um über 74 %, die von den NMVOC um ca. 65 % und die von NO_x um über 56 % zurück.

Die Emissionen von Schwefeldioxid, Stickstoffoxid, Kohlenmonoxid sind weit überwiegend durch 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 Umweltbundesamtes eingesehen werden.

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 3.713,55 Gg CO₂-äquivalent berichtet. Die Einbindung setzt sich zusammen aus der Einbindung von CO₂ durch Aufforstung und Wiederaufforstung von 4.779,19 Gg CO₂-äquivalent und aus Emissionen von Entwaldung von 1.065,64 Gg CO₂-äquivalent. Unter Artikel 3.3 werden Einbindungen von CO₂ mit -3.717,39 Gg CO₂-äquivalent und Emissionen von N₂O mit 3,85, Gg CO₂-äquivalent berichtet.

Unter Artikel 3.4 werden Einbindungen von 20.526,72 Gg CO₂-äquivalent berichtet. Die Einbindung setzt sich zusammen aus der Einbindung von CO₂ von 21.240,13 Gg CO₂-äquivalent und durch die Emission von 713,41 Gg CO₂-äquivalent. Unter Artikel 3.4 werden Einbindungen von CO₂ mit 20.576,98 Gg CO₂-äquivalent und Emissionen von N₂O mit 45,65 Gg CO₂-äquivalent und CH₄ mit 4,62 Gg CO₂-äquivalent berichtet.

Tabelle 13: Emissionen von 2008 und 2009 für die KP-LULUCF-Aktivitäten Aufforstung und Entwaldung unter Artikel 3.3 und Waldbewirtschaftung unter Artikel 3.4.

Quellgruppe	Emission 2008 [Gg CO ₂ -äquivalent]	Emission 2009 [Gg CO ₂ -äquivalent]
KP 3.3 Afforestation/Reforestation	-4.476,40	-4.779,19
KP 3.3 Deforestation	1.079,81	1.065,64
KP 3.4 Forest Management	-20.555,93	-20.526,72

Für Aufforstungsflächen konnte eine Zunahme für die Einbindung von 302,79 Gg CO₂-äquivalent zwischen 2008 und 2009 ermittelt werden. Dieser positive Trend ist auch bei der

Entwaldung mit einem leichten Rückgang der Emissionen um 14,17 Gg CO₂-äquivalent zu beobachten. Dagegen nimmt die Einbindung bei der Waldbewirtschaftung zwischen 2008 und 2009 leicht ab. Die Abnahme beträgt 29,21 Gg CO₂-äquivalent (siehe Tabelle 13).

3 ENERGIE (CRF SEKTOR 1)

3.1 Übersicht (CRF Sektor 1)

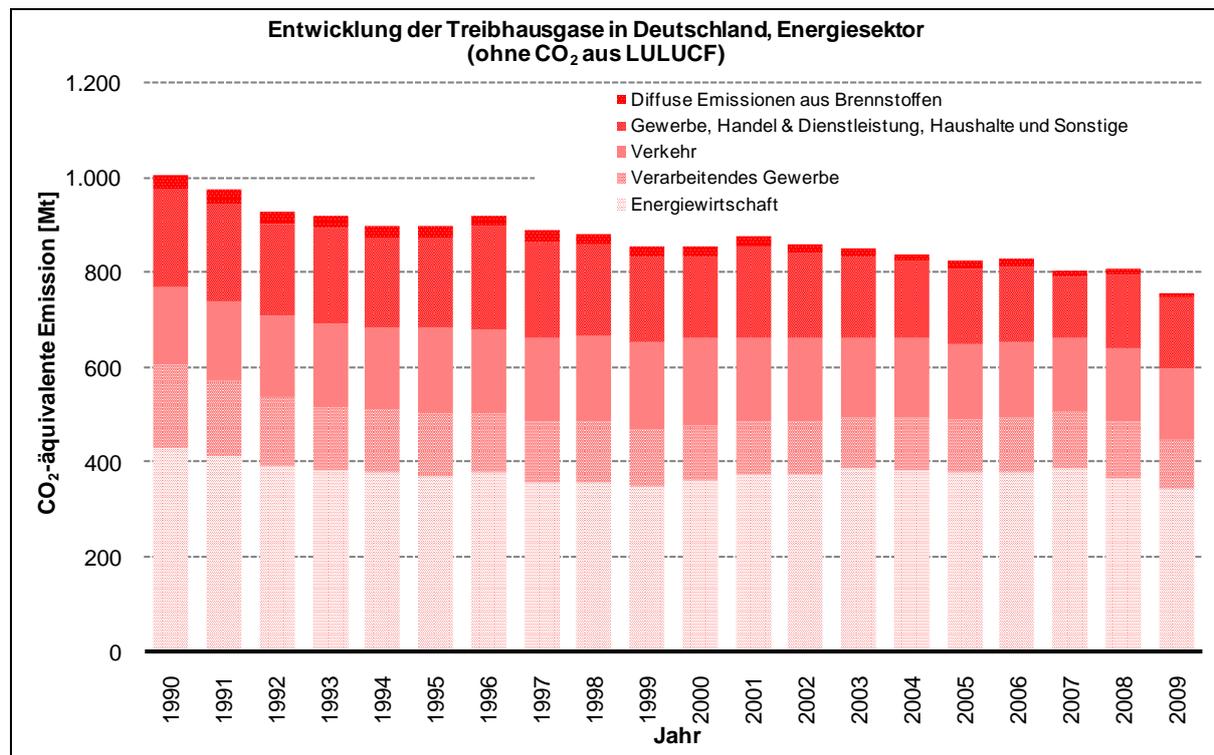


Abbildung 19: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 1

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 Kapitel 18.1 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 2009 erstmalig 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 ausführlich 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:
 - a) Kraftwerke des Steinkohlenbergbaus,
 - b) Kraftwerke des Braunkohlenbergbaus,
 - c) Kraftwerke der Mineralölverarbeitung (Raffineriekraftwerke),
 - d) 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)),
 - e) 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 Kleinanlagen 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. Bis zum Jahre 1979 wurde der Brennstoffeinsatz zur Braunkohletrocknung in der Energiebilanz zusammen mit dem übrigen Eigenverbrauch der Braunkohlengruben- und -brikettfabriken in der Zeile 35 (Energieverbrauch im Umwandlungsbereich) ausgewiesen. 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 mehr aus. So fasst die Energiebilanz Brennstoffeinsätze zusammen, die

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

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

Bilanz der Emissionsursachen (BEU)
<u>Quellgruppen sind:</u> <ul style="list-style-type: none"> • öffentliche Wärmekraftwerke, • Steinkohlenbergbau, • Braunkohlenbergbau, • Deutsche Bahn AG, (bis 1999) • Mineralö Raffinerien, • Fernheizwerke, • übriger Umwandlungsbereich • Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe (weitere Untergliederung der Prozessfeuerungen), (Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher werden außerhalb des BEU-Modells direkt im ZSE bearbeitet)
<u>Anlagenarten sind:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Dampfturbinenkraftwerke, • Gasturbinenkraftwerke, • Gas- und Dampfturbinenkraftwerke • Motorkraftwerke, • Kesselfeuerungen (ohne Kraftwerkskessel), • Prozessfeuerungen (untergliedert in 12 Prozesse).
<u>Nach Energieträgern:</u> <ul style="list-style-type: none"> • etwa 40 verschiedene Brennstoffe
<u>Nach immissionsschutzrechtlichen Regelungen aufbereitet, wird unterschieden in:</u> <ul style="list-style-type: none"> • 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 klassischen 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.

Abbildung 20 und die nachfolgenden Tabellen (Tabelle 14 bis Tabelle 20) 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

Berechnungsverfahren ein eindeutiger Bezug zur Datenbank des *Zentralen System Emissionen* (ZSE) hergestellt.

Tabelle 14: 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 = Kraftherzeugung (Direktantrieb)

Tabelle 15: 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 16: 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 17: 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
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	Glasherstellung	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 = Krafterzeugung (Direktantrieb)

Tabelle 18: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen - Sonstige Industriekraftwerke und Industriekessel – Quellgruppe 1.A.2.f sonstige

Prozess, Brennstoff	EB-Zeile	Emissionsschutzrechtliche 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 19: 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 20: 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 Vergleich des sektoralen Ansatzes mit dem Referenzverfahren

3.2.1.1 Vergleich mit dem CO₂-Referenzverfahren

Im Rahmen des internationalen Klimaschutzes ist die Berichterstattung zu den verbrennungsbedingten CO₂-Emissionen 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, das von der Ebene des Primärenergieverbrauchs (Einsatz von von Energieträgern in ein Land) ausgeht.

Das Referenzverfahren wurde für alle Jahre durchgeführt. Aktuell stehen die Energiebilanzen bis zum Jahr 2008 zur Verfügung. Für 2009 wurde von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen eine vorläufige Energiebilanz zur Verfügung gestellt.

Die Ergebnisse des Referenzverfahrens sind in Tabelle 21 zusammengestellt und werden in der Abbildung 21 und Abbildung 22 mit den verschiedenen Datensätzen verglichen. Im Durchschnitt aller Jahre liegt die Abweichung zwischen den Ergebnissen des Referenzverfahrens und dem sektoralen Berechnungsansatz bei 0,5 %. Die Abweichungen variieren im Bereich von - 0,3 % (1995) bis + 1,9 % (2003).

3.2.1.2 Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A)

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 21 werden die Ergebnisse der unterschiedlichen CO₂-Berechnungsansätze gegenübergestellt. Zur besseren Anschaulichkeit werden diese in Abbildung 21 vergleichend im zeitlichen Verlauf grafisch dargestellt. Die relevanten Entwicklungstrends werden in allen Berechnungsansätzen, inklusive dem Referenzverfahren – wenn auch auf unterschiedlichem Niveau – aufgezeigt. Um diese Niveauunterschiede zu veranschaulichen werden in Abbildung 22 die relativen Abweichungen der durch die unterschiedlichen Berechnungen entstandenen Datensätze dargestellt.

Insgesamt bestätigen diese Vergleiche die für Deutschland ermittelten CO₂-Emissionen. Die für die Bundesergebnisse detailliert ermittelten energiebedingten Gesamtemissionen weichen jeweils im Mittel der Jahre 1990 bis 2008 um nachfolgende Differenzen ab:

- IEA detailliertes Verfahren 0,8 %
- IEA Referenzverfahren 1,2 %
- Nationales Referenzverfahren 0,5 %
- Ergebnisse der Bundesländer 3,1 %

Tabelle 21: Vergleich der CO₂-Inventare mit anderen unabhängigen nationalen und internationalen Ergebnissen der CO₂ Emissionen

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Ergebnisse, Abweichung																			
IEA Statistiken SA (sectoral approach)	950,4	941,5	892,6	884,9	871,8	869,3	908,4	879,7	867,6	837,7	827,1	846,3	836,4	842,1	843,4	811,3	823,5	801,1	803,9
Abweichung IEA SA von UBA (1.A)	-2,7	-0,3	-0,6	-0,5	0,1	0,0	1,9	2,2	1,6	1,2	0,0	-0,3	0,1	1,6	3,2	1,1	2,0	2,0	2,0
IEA Statistiken RA (reference approach)	971,7	937,5	897,5	883,7	870,7	877,5	895,5	870,4	869,9	833,9	843,9	868,4	846,3	849,0	843,5	820,1	821,3	804,1	802,6
Abweichung IEA RA von UBA (1.A)	-0,6	-0,7	0,0	-0,6	0,0	0,9	0,4	1,1	1,9	0,7	2,0	2,3	1,3	2,4	3,2	2,2	1,7	2,4	1,9
Abweichung IEA RA von UBA RA	-0,4	-0,5	-0,2	-1,1	-0,5	1,3	0,4	0,8	1,4	0,2	1,4	1,6	0,7	0,5	1,8	0,9	0,1	2,2	2,9
Ergebnisse der Bundesländer (Energie)	981,7	963,2	917,2	912,5	890,5	893,6	914,6	890,5	887,7	861,3	863,0	887,5	864,4	859,5	847,4	835,8	841,6	820,4	NA
Abweichung Bundesländer (Energie) von UBA	0,5	2,0	2,2	2,6	2,3	2,8	2,6	3,5	4,0	4,0	4,3	4,5	3,5	3,7	3,7	4,2	4,2	4,5	NA
Reference Approach UBA (RA)	975,6	942,1	898,9	893,4	875,0	866,7	891,6	863,9	857,5	832,2	832,2	854,7	840,5	844,7	828,6	813,1	820,2	787,1	780,0
Abweichung UBA RA von UBA	-0,2	-0,2	0,1	0,5	0,5	-0,3	0,0	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,6	1,9	1,4	1,4	1,6	0,2	-1,0
Sektoraler Ansatz UBA (1.A)	977,3	943,9	897,9	889,3	870,6	869,3	891,8	860,7	853,9	828,1	827,2	849,1	835,4	828,8	817,4	802,3	807,5	785,3	787,8

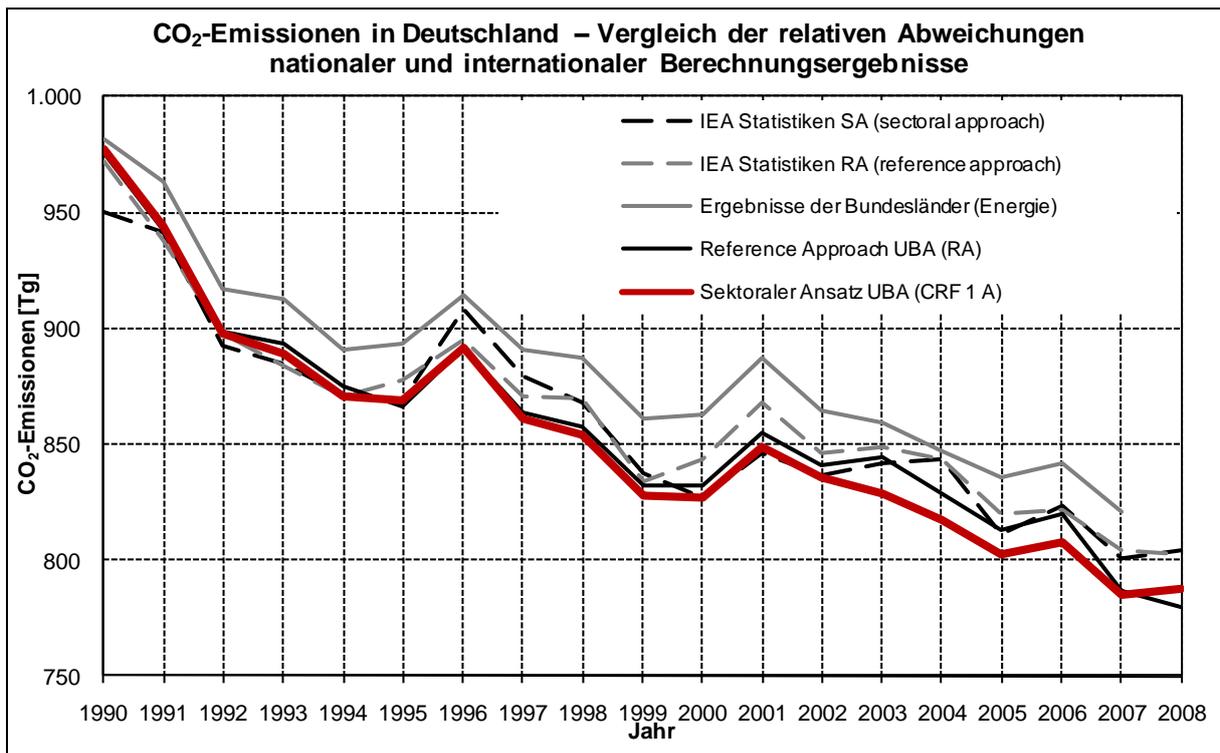


Abbildung 21: CO₂-Emissionen in Deutschland – Vergleich nationaler und internationaler Berechnungsergebnisse

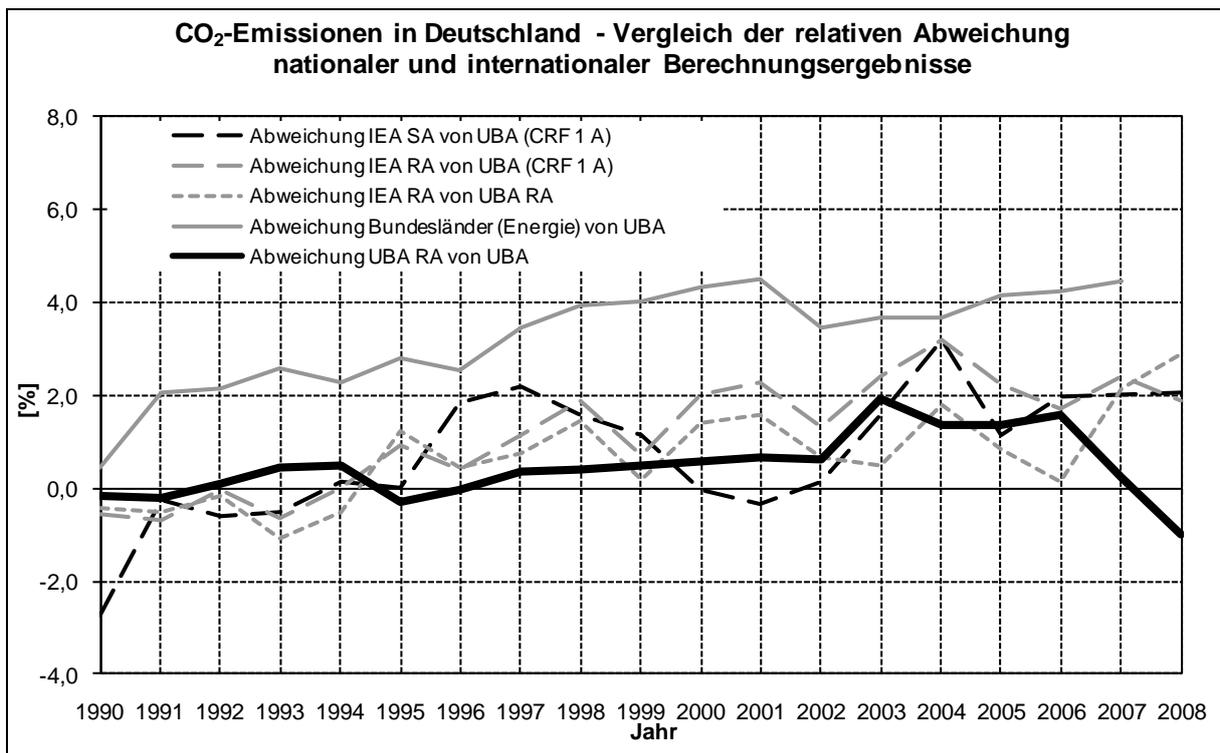


Abbildung 22: CO₂-Emissionen in Deutschland – Vergleich der relativen Abweichungen nationaler und internationaler Berechnungsergebnisse

3.2.1.2.1 Vergleich mit den IEA-Ergebnissen

Der Vergleich mit den IEA-Ergebnissen wurde hier der Vollständigkeit wegen aufgenommen. Es sind jährlich aktualisierte international veröffentlichte Angaben (zuletzt: OECD/IEA, 2010) verfügbar. Der Weg der Ermittlung, Aufbereitung und Anwendung der hierfür verwendeten Basisdaten ist gegenwärtig nicht exakt mit dem nationalen Vorgehen in Deutschland vergleichbar, da hierfür weitere methodische Informationen – insbesondere zu den verwendeten detaillierten Daten – erforderlich sind.

Die Vergleichsergebnisse bestätigen jedoch die nach der nationalen detaillierten Methode ermittelten Daten (mittlere Abweichung für 19 Jahre: 0,8 %, Schwankungsbreite seit 1990 zwischen -2,7 und 3,2 %).

Die Ergebnisse des von IEA durchgeführten Referenzverfahrens weichen vom in Deutschland durchgeführten Referenzverfahren im Mittel der 19 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 sei ebenfalls auf diese web-Adresse bzw. auf detailliertere Ausführungen im NIR 2009 verwiesen .

Nachfolgend wird eine Gegenüberstellung der bislang publizierten Länderergebnisse der Quellenbilanz mit den auf Bundesebene berechneten Inventaren für die energiebedingten CO₂-Emissionen durchgeführt. Diese bezieht sich auf die Angaben für die Jahre 1990 bis 2007. Der Vergleich wird dadurch erschwert, dass die verfügbaren Informationen nicht immer in vollständigen Zeitreihen der einzelnen Bundesländer für alle Jahre vorliegen. Es wurden entsprechende Verfahren zur Lückenschließung angewendet. Diese beruhen weit überwiegend auf Interpolation bzw. für 2 Bundesländer auf Extrapolation für das Jahr 2007. Nachfolgend werden die verwendeten Daten und Ergebnisse, die auf Grund der beschriebenen Datenermittlung nur als eine Orientierung zu betrachten sind.

Tabelle 22: Vergleich der Ergebnisse der CO₂-Berechnungen der einzelnen Bundesländer mit den Bundesinventaren

Land	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	Gg CO₂																	
Baden-Württemberg	74374	78590	78036	78673	74535	78074	81759	78570	80080	77379	74940	80108	76549	75598	74768	77222	78283	70952
Bayern	84544	88972	87041	90335	87871	88307	92265	89837	92708	90590	88705	90377	84578	83783	83190	80541	81879	74972
Berlin	26941	27957	25234	26643	25531	24445	24726	23560	22876	23693	23661	24068	21281	21249	20184	19998	19915	17466
Brandenburg	81894	66751	58894	57104	54011	50791	50312	50762	59255	57784	60564	60928	61537	57910	58882	59910	58273	58173
Bremen	13433	13586	12903	12517	13341	13239	14256	14170	13857	12793	14079	14137	14031	14667	13057	12222	12704	13645
Hamburg	12743	14226	13116	13813	13361	13467	14572	13940	13.651	13.362	13.073	12.784	12.495	12206	11589	11343	11451	10940
Hessen	50338	53945	53267	56060	56201	56126	59935	57264	57156	54688	56011	57817	54897	55528	54787	54441	53170	52627
Mecklenburg-Vorpommern	15539	10757	9360	9473	9510	10233	11636	10654	10413	10627	10256	10718	10908	10451	10961	10511	11080	10081
Niedersachsen	77138	82276	80.915	79.553	78.192	78.334	78.475	79.440	80.405	77.316	74.228	73.145	72.061	71.040	70.019	70.158	70.298	69.898
Nordrhein-Westfalen	299028	309888	306287	300041	295874	303349	312345	307064	304784	294014	293987	299969	295293	295885	291555	282533	287140	289557
Rheinland-Pfalz	27394	29448	28914	30248	30274	31490	31463	31646	31167	30311	28853	29574	27793	26787	26432	26399	27110	25596
Saarland	23708	25767	24398	23214	24313	23133	23852	21825	23795	22833	23459	23260	22964	23278	23917	24799	23577	25714
Sachsen	91465	77105	64059	66046	62988	61349	56223	51036	37167	35116	41552	48842	49038	49625	48476	47019	48295	46854
Sachsen-Anhalt	50863	38085	31892	27887	26307	25200	25652	25294	25261	26900	26301	26840	27518	28171	27145	27846	27821	26477
Schleswig-Holstein	24200	23826	24082	24590	24191	22940	23517	22654	22426	21868	21378	22737	21455	21401	20592	19356	19339	17032
Thüringen	28098	22071	18687	16334	13992	13240	13641	12806	12713	12438	12059	12339	12066	11924	11812	11450	11283	10422
Insgesamt	981.699	963.249	917.084	912.531	890.493	893.716	914.629	890.521	887.713	861.712	863.106	887.643	864.465	859.503	847.366	835.749	841.617	820.404
Bundesergebnis	977.264	943.947	897.852	889.289	870.588	869.291	891.752	860.677	853.907	828.055	827.226	849.089	835.355	828.821	817.411	802.254	807.491	785.265
Abweichung (Gg)	4.435	19.302	19.232	23.242	19.906	24.425	22.877	29.845	33.806	33.657	35.880	38.554	29.110	30.682	29.955	33.494	34.126	35.140
Abweichung (%)	0,5	2,0	2,1	2,6	2,3	2,8	2,6	3,5	4,0	4,1	4,3	4,5	3,5	3,7	3,7	4,2	4,2	4,5

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 3,1 % höher als das Bundesergebnis. Die Abweichungen lagen in ihren Extremen bei 0,5 % im Jahr 1990 und 4,5 % im Jahr 2007.

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 soll zukünftig insbesondere durch verstärkten Datenabgleich mit den in der Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Rahmen des ETS-Monitorings gewonnenen Informationen verbessert werden. Hier sollen Bezugsdaten der Emissionsberechnung (im wesentlichen Aktivitätsraten) mit aggregierten Daten des Emissionshandels intensiver verglichen werden.

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)

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	-	-	-	CS	CS	CS	CS	CS
EF Unsicherheiten in %	±5	-57 +100				-70 +150				
Unsicherheitenverteilung	N	L				L				
Methode EF-Ermittlung	T2	T3				T3				

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

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. Damit einher geht die in folgender Grafik abgebildete Entwicklung der resultierenden Treibhausgasemissionen.

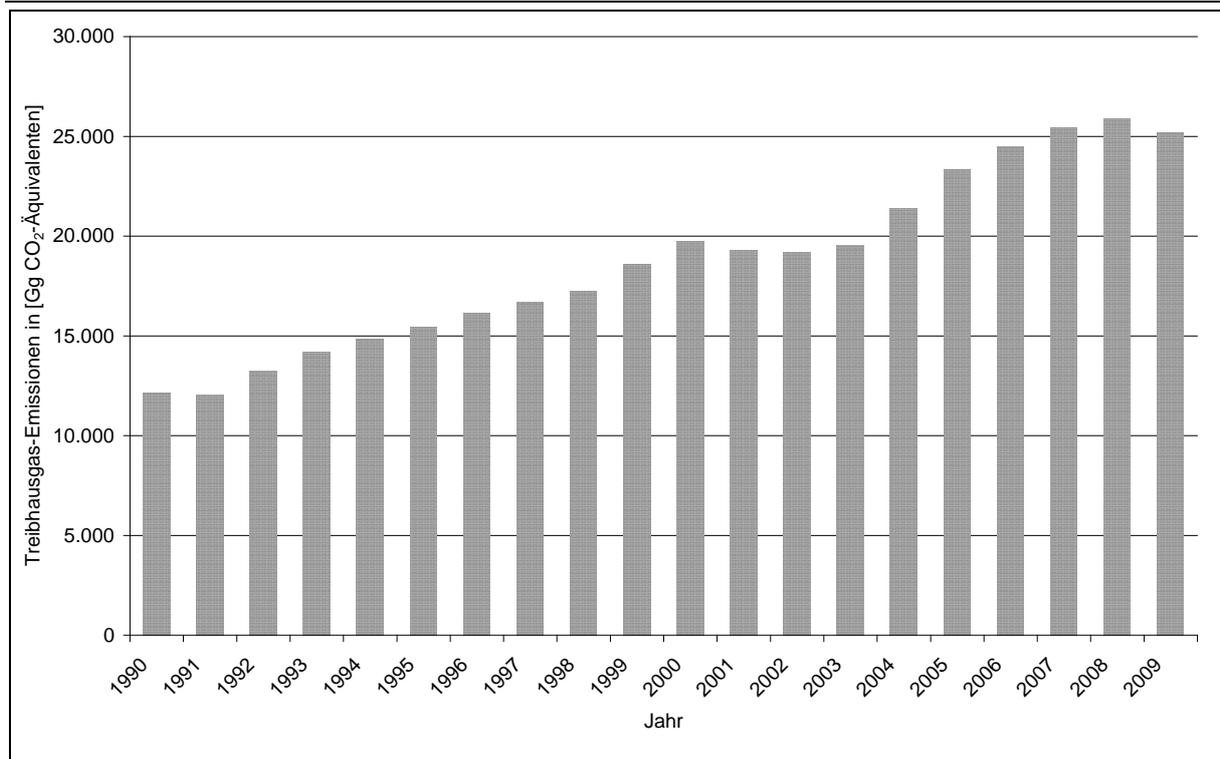


Abbildung 23: Entwicklung der Treibhausgasemissionen des von Deutschland abgehenden internationalen Flugverkehrs 1990 - 2009

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.

Aktuell erfolgt die Unterteilung 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 Mineralöldaten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) ausgewiesenen Kerosinverbräuchen (AGEB, 2010; BAFA, 2010) stellen sich wie folgt dar:

Tabelle 23: Entwicklung des internationalen Anteils am Gesamt-Kerosinverbrauch seit 1990

Jahr	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Anteil an Gesamt in [%]	84,9	89,2	89,7	91,7	91,6	91,8	92,1	92,3

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)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt. Die zusätzliche Qualitätssicherung durch die Nationale Koordinierungsstelle steht noch aus.

Details siehe Nationaler Flugverkehr, Kapitel 3.2.10.3.4.

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

Eine umfassende Rückrechnung erfolgte für die Jahre 1990 bis 2002 auf Basis der Ergebnisse eines Forschungsvorhabens, in dessen Folge sich der Anteil des internationalen Flugverkehrs am Gesamtkerosinverbrauch 1990 von zuletzt 80 auf jetzt etwa 85 % erhöht.

Für die Jahre 2004 und 2008 kam es zudem zu Korrekturen des Gesamt-Kerosinverbrauchs in Abstimmung mit den verwendeten Statistiken.

Tabelle 24: Anpassung des Anteils des internationalen Flugverkehrs am Gesamt-Kerosinverbrauch 1990-2008

berichtet in	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Resubmission 2010	[%]	80,00	81,12	82,18	83,18	84,12	85,01	85,85
Submission 2011		84,89	85,93	87,46	88,67	89,05	89,21	89,25
Differenz absolut		4,89	4,81	5,28	5,50	4,93	4,20	3,40
Differenz relativ		6,11	5,93	6,42	6,61	5,86	4,94	3,96
berichtet in	Einheit	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Resubmission 2010	[%]	86,64	87,39	88,09	88,76	89,39	89,98	90,54
Submission 2011		88,88	89,20	89,65	89,68	89,98	90,25	90,54
Differenz absolut		2,24	1,81	1,56	0,92	0,59	0,27	0,00
Differenz relativ		2,59	2,07	1,77	1,03	0,66	0,30	0,00

Tabelle 25: Auswirkungen der beschriebenen Rekalkulationen auf die Emissionen der Quellgruppe 1.C.1.a – Internationaler Flugverkehr 1990-2008

berichtet in	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Resubmission 2010	[Gg CO ₂ - Äquiv.]	11.523	11.457	12.511	13.324	14.010	14.680	15.535	16.268	16.884	18.262
Submission 2011		12.140	12.053	13.223	14.205	14.832	15.405	16.150	16.691	17.235	18.586
Differenz absolut		617,5	596,0	712,4	880,9	821,8	724,9	614,4	422,6	350,6	323,7
Differenz relativ		[%]	5,36	5,20	5,69	6,61	5,87	4,94	3,96	2,60	2,08
berichtet in	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Resubmission 2010	[Gg CO ₂ - Äquiv.]	19.518	19.162	19.132	19.547	20.198	23.314	24.473	25.431	25.777	-
Submission 2011		19.720	19.289	19.187	19.547	21.377	23.314	24.473	25.431	25.898	25.204
Differenz absolut		201,9	126,9	55,5	0,1	1.178,6	0,2	0,2	0,2	120,7	-
Differenz relativ		[%]	1,03	0,66	0,29	0,0007	5,84	0,0008	0,0007	0,0007	0,47

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 3.2.10.1.6.

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)**

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	D	--	--	--	D	D	D	D	D
EF Unsicherheiten in %	±5	-57 +100	--	--	--	-70 +150				
Unsicherheitenverteilung	N	L	--	--	--	L				
Methode EF-Ermittlung	T1	T1	--	--	--	T1				

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

Der internationale Seeverkehr umfasst neben der Seeschifffahrt auch die Hochseefischerei. Erstmals mit der vorliegenden Berichterstattung werden Kraftstoffverbräuche und Emissionen der deutschen Hochseefischerei dabei vom internationalen Seeverkehr abgezogen und in Übereinstimmung mit den Anforderungen des IPCC als Teil des nationalen Gesamtinventars unter 1.A.4.c (iii) - Fischerei berichtet.(siehe quellgruppenspezifische Rückrechnungen unten und Kapitel 3.2.11).

Die Emissionen aus dem Verbrauch von Kraftstoffen für den internationalen Verkehr seegehender Schiffe 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 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.

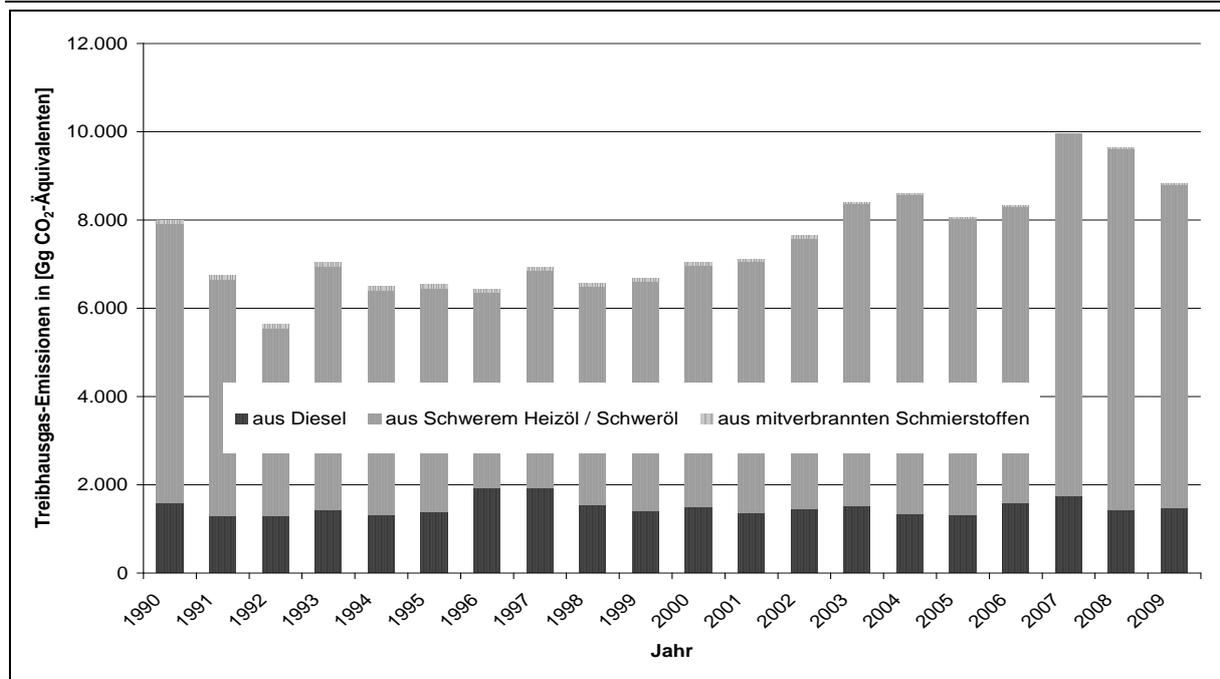


Abbildung 24: Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Internationalen Seeverkehrs 1990 – 2009

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

Deutschland berichtet gemäß der Tier 1-Methode. Die Emissionen werden als Produkt aus den verbrauchten Kraft- und Brennstoffen und landesspezifischen Emissionsfaktoren für CO₂ und Default-EF für CH₄ und N₂O berechnet.

Die **Aktivitätsraten** für Bunkerungen seegehender Schiffe stammen grundsätzlich aus den Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland (AGEB, 2010). Ursache für deren separate Ausweisung ist die abweichende Besteuerung der in den Häfen verkauften Treibstoffmengen.

Tabelle 26 verwendete Aktivitätsdaten in der Energiebilanz 1.C.1.b

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

Für Jahre, für die noch keine Energiebilanz vorliegt, werden Angaben des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zugrunde gelegt, die in Form der „Amtlichen Mineralölstatistiken für die Bundesrepublik Deutschland“ (hier: Tabelle 6j, Spalte: „Bunker int. Schifffahrt“) veröffentlicht werden (BAFA, 2010).

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).

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

Für den CO₂-Emissionsfaktor für Dieselkraftstoff von 74.000 kg/TJ und für schweres Heizöl von 78.000 kg/TJ wird auf die Dokumentation im Anhang 2, Kapitel 18.6 verwiesen.

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

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors für CO₂ wird, da es sich um einen allein von der Treibstoffzusammensetzung abhängigen, berechenbaren Wert handelt, als sehr gering angesehen und hier mit ±5 % angegeben. Dieselbe geringe Unsicherheit wird für die für CO₂ verwendeten Emissionsfaktoren angenommen. 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. Die zusätzliche Qualitätssicherung durch die Nationale Koordinierungsstelle steht noch aus.

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 weiterer 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 Resubmission 2010 übermittelten Daten erfolgten keinerlei Rückrechnungen.

Die in der Resubmission gegenüber der Submission 2010 erfolgten Änderungen werden in Kapitel 10.5 näher erläutert. Die dort beschriebene Methodik zur separaten Erfassung der Aktivitätsdaten und Emissionen der deutschen Hochseefischerei wird in der vorliegenden Berichterstattung fortgeschrieben.

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					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier-2 (T2)		Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
All Fuels	l / t / T2	CO ₂	27,76 %	32,52 %	-10,0 %
All Fuels	l / - / T2	N ₂ O	0,30 %	0,36 %	-6,6 %
All Fuels	- / t / T2	CH ₄	0,02 %	0,17 %	+774,0 %

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	NO	NO	NO	CS	CS	CS	CS	CS
EF Unsicherheiten in %	< 3	+/-50	-	-	-	+/-50				
Unsicherheitenverteilung	T	U	-	-	-	U				
Methode EF-Ermittlung	CS	Tier 2	-	-	-	Tier 2				

Anm.: Siehe "Erklärung der Einleitenden Informationstabellen" am Anfang des NIR für weitere Informationen zu diesen Tabellen.

Die Quellgruppe der *Öffentlichen Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung* ist für CO₂-Emissionen eine Hauptquellgruppe 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 2009 eine Netto-Engpassleistung von ca. 100 GW installiert. Davon wurden ca. 68 GW mit fossilen Energieträgern oder deren Umwandlungsprodukten betrieben. Alle fossil betriebenen Anlagen zusammen erzeugten ca. 308 TWh elektrische Arbeit. Das entspricht ca. 64 % der gesamten öffentlichen Stromerzeugung (ca. 479 TWh). Dabei entfiel allein auf die Brennstoffe Braun- und Steinkohle die Erzeugung von ca. 243 TWh Strom (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2009a).

Heizkraftwerke trugen im Jahr 2009 zur öffentlichen Versorgung mit einer Nettostromerzeugung von 50 TWh und einer Nettowärmeerzeugung von 109 TWh bei. Ergänzt wird die Fernwärmeversorgung durch ungekoppelte Wärmeerzeugung aus Heizwerken, die meist im Spitzenlastbetrieb betrieben werden, in Höhe von 22 TWh.

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

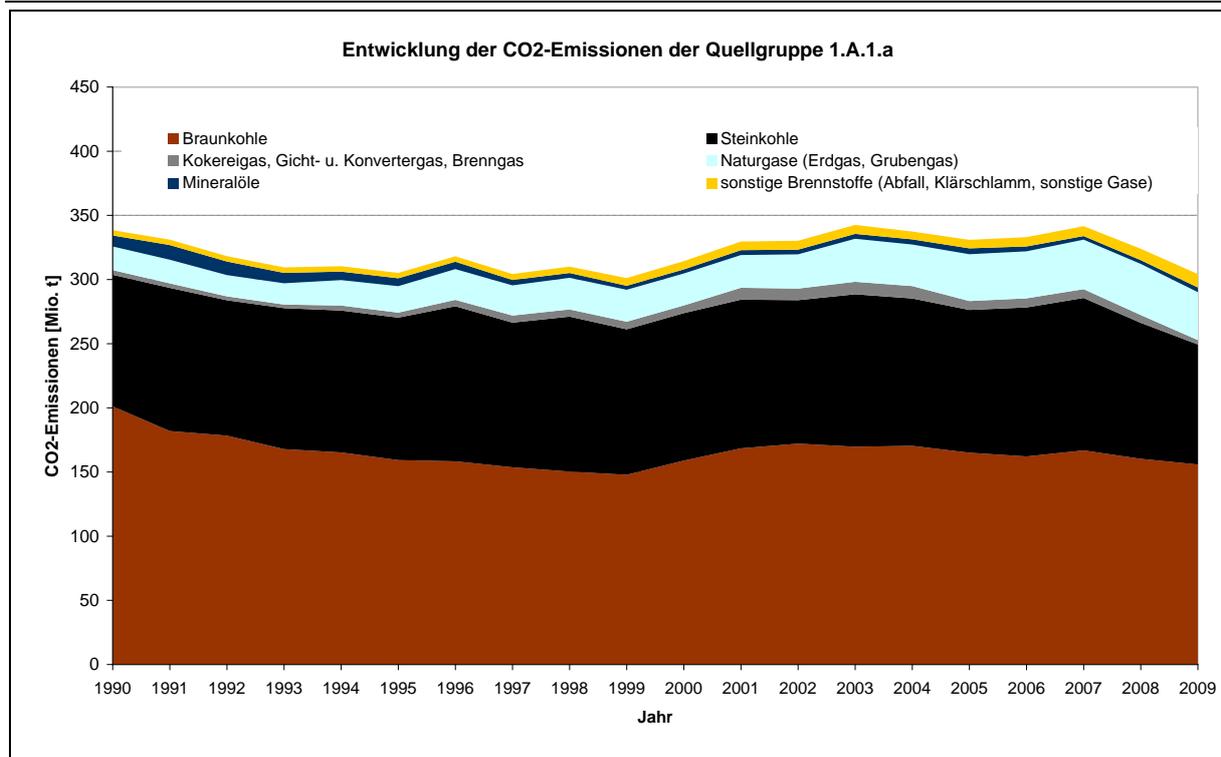


Abbildung 25: Entwicklung der CO₂-Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.a

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 Braunkohlekraftwerken 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 Spitzenlastzeugung eingesetzt. Seit 1990 hat sich der Einsatz mehr als halbiert. Im Jahr 2009 wurde wieder etwas mehr Mineralöl zur Spitzenlastzeugung 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.

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

Aktivitätsraten

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

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

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

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

Im Fall der Strom- und Wärmeerzeugung in Müllverbrennungsanlagen der öffentlichen Kraftwerke, sowie der Wärmeerzeugung in Müllverbrennungsanlagen der öffentlichen Fernheizwerke 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). Um die Brennstoffeinsätze möglichst vollständig zu erfassen, wurden daher die Brennstoffeinsätze der Energiebilanz um den Differenzbetrag zur Abfallstatistik ergänzt. Ab dem Jahr 2005 ist in der Energiestatistik ein deutlicher Anstieg der Abfalleinsätze zu verzeichnen. In 2006 sind die in der Energiebilanz ausgewiesenen Abfallmengen so angestiegen, dass auf Zusatzdaten aus der Abfallstatistik verzichtet werden kann. Eine deutlich verbesserte Datenlage mit wesentlich differenzierteren Brennstoffangaben auf Grundlage von Erhebungen des Statistischen Bundesamtes machte es möglich feste Biomasse (vornehmlich Alt- und Restholz), biogene Gase, Klärschlamm und Abwärme herauszurechnen. Außerdem wird die Mitverbrennung von Abfällen und Klärschlamm separat ausgewiesen. Die Überarbeitung der Brennstoffeinsätze der Abfallverbrennung und Mitverbrennung ist immer noch nicht abgeschlossen. Im nächsten Schritt soll die Zuordnung der Brennstoffe zu den Sektoren öffentliche Energieerzeugung (1.A.1.a) Bergbau (1.A.1.c) und verarbeitendes Gewerbe (1.A.2) genauer überprüft werden. Dazu liegen bereits differenzierte Daten aus der Abfallstatistik sektorspezifisch vor, die noch genauer ausgewertet werden müssen.

Seit dem NIR 2006 werden der fossile und der biogene Anteil von Hausmüll/Siedlungsabfall im Verhältnis 1:1 separat ausgewiesen. Die bisherigen Annahmen zum biogenen Anteil von Klärschlamm sowie Industriemüll (der als Brennstoffkategorie erstmalig seit dem Jahr 2008 in der Energiestatistik auftaucht) müssen überprüft werden.

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 27: 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	3,300

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)

Im Rahmen eines im Februar 2007 abgeschlossenen Forschungsvorhabens zur Fortschreibung des Nationalen Programms im Rahmen der Richtlinie 2001/81/EG über nationale Emissionshöchstmenge für bestimmte Luftschadstoffe („NEC-Richtlinie“) wurden einzelne Emissionsfaktoren für die Komponenten SO₂, NO_x und Staub infolge neuerer Erkenntnisse überarbeitet. Die klimawirksamen Komponenten N₂O und CH₄ haben dabei jedoch keine Änderungen erfahren (Forschungsprojekt „Maßnahmen zur Einhaltung der Emissionshöchstmenge der NEC-Richtlinie“, FKZ 205 42 221, Abschlussbericht des Teilvorhabens „Referenzszenario 2000 - 2020 für Emissionen unter der NEC-Richtlinie (SO₂, NO_x, NMVOC, NH₃) vom Oktober 2006).

Erstmalig konnten für diese Berichterstattungsrunde 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 Methanschlupf, 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 28

zusammengestellt. Auf ihrer Grundlage wurden die quellgruppenspezifischen Emissionsfaktoren für das ZSE berechnet.

Tabelle 28: 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 dienen die in Tabelle 29 niedergelegten Daten aus dem Forschungsvorhaben RENTZ et al (2002) als Grundlage. In eckigen Klammern ist der Median angegeben.

Tabelle 29: 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]	
	Füllschichtfeuerung	< 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]	
	Wirbelschichtfeuerung	< 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	/	40 - 50 [45]
schweres Heizöl	k. B.	/	ABL	2 - 4 [3]	
		/	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.

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.

Weitere Aspekte zur Zeitreihenkonsistenz der Aktivitätsraten werden in Kapitel 18.4 und Kapitel 18.5 erläutert.

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 2009 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 2009 wurden vor diesem Hintergrund geprüft und insgesamt als konsistent bewertet. Die Zeitreihen der CH₄-Emissionsfaktoren für die Jahre 1995 bis 2009 wurden ebenfalls geprüft und als in sich konsistent bewertet.

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

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

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

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

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden 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 veröffentlicht¹⁸.

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 ein regelmäßiger Erfahrungsaustausch mit den Mitgliedern der AGEB statt, 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 65) dargestellt. Ihre Ergebnisse wurden im NIR 2005 berichtet.

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

Für die Quellgruppe 1.A.1.a ergeben sich über die gesamte Zeitreihe Rückrechnungen in Höhe der bereits in Tabelle 27 aufgelisteten CO₂-Emissionen aus der Gichtgasnutzung.

Außerdem wurden die vorläufigen Werte für das Jahr 2008 durch die nun vorliegenden endgültigen Statistiken ersetzt, was zu folgenden Rückrechnungen führte.

Feste Brennstoffe:	+ 1,994 Mio. t CO ₂
Flüssige Brennstoffe:	- 0,348 Mio. t CO ₂
Gasförmige Brennstoffe:	- 0,563 Mio. t CO ₂
Abfallbrennstoffe:	+ 1,188 Mio. t CO ₂

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

Wir haben im Zuge eines größeren Forschungsvorhabens, das Ende 2008 gestartet ist, mit der Aktualisierung der im Kapitel 3.2.6.2 beschriebenen Datengrundlage für Emissionsfaktoren (außer CO₂) begonnen. Erste Ergebnisse aus dem Vorhaben werden nach derzeitigem Stand in den NIR-Bericht 2012 einfließen. Teile des Vorhabens betreffen das N₂O-Emissionsverhalten von Feuerungs- und Gasturbinenanlagen sowie das CH₄-Emissionsverhalten von Gasturbinenanlagen.

¹⁸ AG Energiebilanzen: Erläuterungen zur Revision der Energiebilanzen 2003 – 2006 URL: <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=63> (Aufruf vom 30.10.2009)

Die Berechnung der Aktivitätsdaten zur Abfallverbrennung soll weiter methodisch verbessert werden.

3.2.7 Mineralö Raffinerien (1.A.1.b)

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

CRF 1.A.1.b					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)		Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
All Fuels	l / t / T2	CO ₂	1,64 %	2,16 %	+1,3 %

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	NO	NO	NO	CS	CS	CS	CS	CS
EF Unsicherheiten in %	< 1	+/- 50	-	-	-	+/- 50				
Unsicherheitenverteilung	U	U	-	-	-	U				
Methode EF-Ermittlung	CS	Tier 2	-	-	-	Tier 2				

Die Quellgruppe der *Mineralö Raffinerien* ist für CO₂-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe und dem Trend.

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

Die Rohödestillationskapazität der deutschen Mineralö Raffinerien betrug im Jahr 2009 rund 117,6 Mt. In diesem Zeitraum wurden 100,7 Mt Rohöl und 12 Mt Zwischenprodukte zur Weiterverarbeitung eingesetzt. Die Erzeugung an Mineralölprodukten betrug insgesamt 110,8 Mt, davon entfielen ca. 57,4 Mt auf Kraftstoffe, ca. 24,7 Mt auf Heizöle, ca. 8 Mt auf Naphtha und ca. 20,8 Mt auf andere Produkte. (MWV, 2010).

Die Raffinerien betreiben Kraftwerke mit einer elektrischen Leistung von etwa 0,9 GW. Diese Kraftwerke erzeugten im Jahr 2009 6,8 TWh elektrische Arbeit und koppelten Prozesswärme zu Produktionszwecken aus. (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2009d).

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:

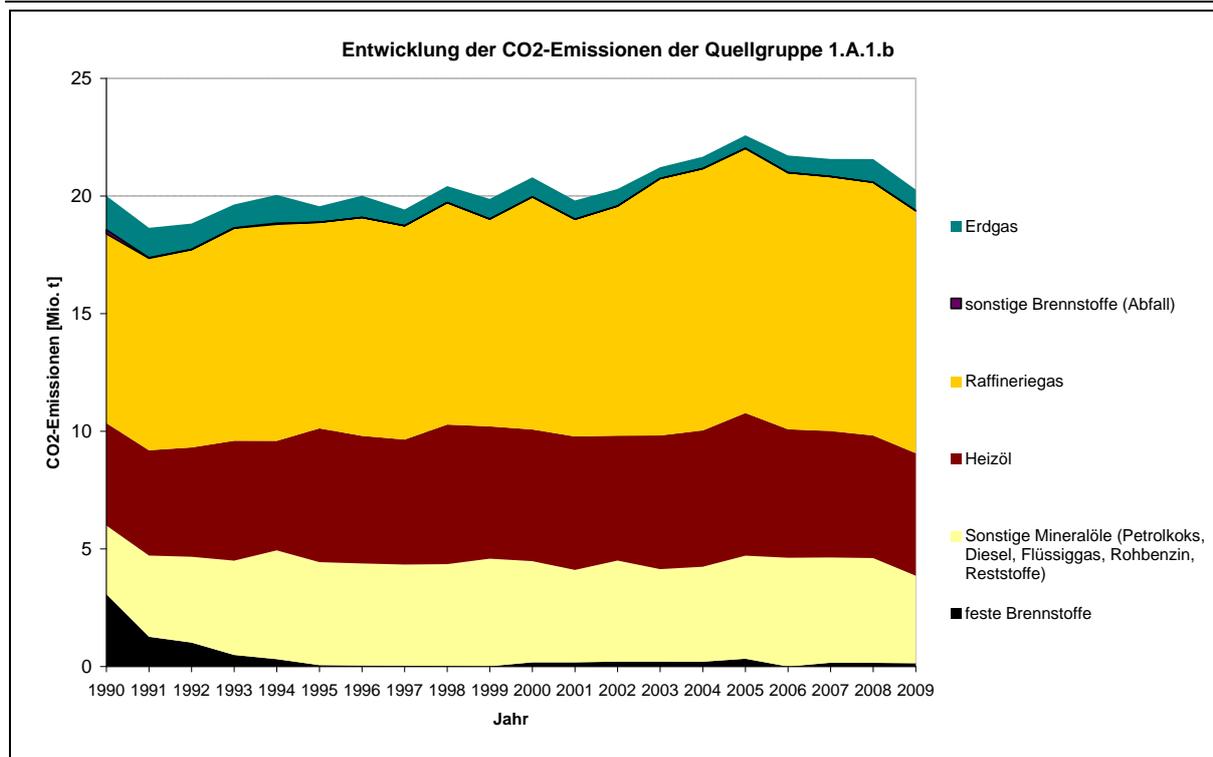


Abbildung 26: Entwicklung der CO₂-Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.b

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 110,8 Mio. t Mineralölprodukte in 2009, was wiederum zu sinkenden Emissionen führte.

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

Aktivitätsraten

Der Brennstoffeinsatz zur Stromerzeugung in Raffineriekraftwerken ist in der Energiebilanzzeile 12 („Industriewärme- und Kälteanlagen“) 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) und zur Altölverarbeitung (EBZ 39) 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 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 nur für das Jahr 2008, da hier vorläufige Werte durch die Originalstatistik ersetzt wurden.

Das führte zu folgenden Veränderungen:

Feste Brennstoffe: + 20.252 t CO₂

Flüssige Brennstoffe: - 348.575 t CO₂

Gasförmige Brennstoffe: + 289.158 t CO₂

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

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

Das im Kapitel 3.2.6.6 beschriebene neue Forschungsvorhaben zur Aktualisierung der **Emissionsfaktoren** (außer CO₂) umfasst auch die Kraftwerke und Unterfeuerungen in Mineralölraffinerien.

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.1c				
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)	Schadstoff (HQQ)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
All Fuels	CO ₂	5,27 %	1,39 %	-79,8 %

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	NO	NO	NO	CS	CS	CS	CS	CS
EF Unsicherheiten in %	< 5	+/-50	-	-	-	+/- 50				
Unsicherheitenverteilung	U	U	-	-	-	U				
Methode EF-Ermittlung	CS	Tier 2	-	-	-	Tier 2				

Die Quellgruppe der *Herstellung von festen Brennstoffen und der sonstigen Energieerzeuger* ist für CO₂-Emissionen eine Hauptquellgruppe 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 2009 eine verwertbare Förderung von 13,8 Mt Steinkohle (17,1 Mt in 2008) (STATISTIK DER KOHLEWIRTSCHAFT 2010: für das Jahr 2009, Übersicht 1 und www.kohlenstatistik.de). Die Kokserzeugung betrug im Jahr 2009 6,8 Mt (STATISTIK DER KOHLEWIRTSCHAFT 2010). Die Herstellung von Steinkohlenbriketts wurde 2008 eingestellt.

Im Jahr 2009 wurden in Deutschland 169,9 Mt Rohbraunkohle gefördert (www.kohlenstatistik.de). Die Herstellung von Braunkohlenbriketts und anderen Braunkohlenprodukten betrug ca. 5,8 Mt (www.kohlenstatistik.de). 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 2009 2,08 Mt (MWV, 2010) und die Erdgasförderung erreichte ca. 14.495 Nm³ (AGEB, 2010). 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:

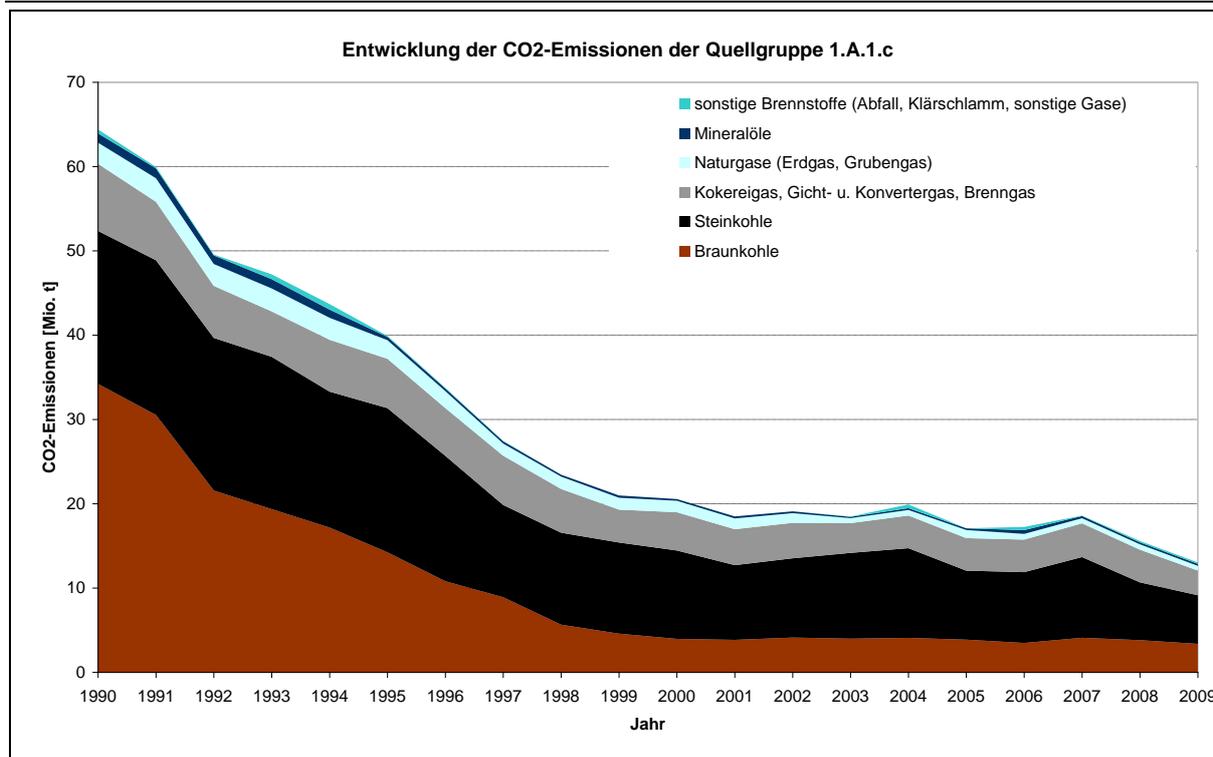


Abbildung 27: Entwicklung der CO₂-Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.c

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 Veredelungsprodukte 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 1990 nur noch knapp 14 Mio. t erreicht. Zum anderen haben sich einige Anlagen vom Steinkohlenbergbau in die öffentliche Versorgung umgemeldet, was zu einer Verschiebung der Emissionen führte.

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 entsprechend weniger. 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 Hauptquellgruppenanalyse erfolgt.

Der Brennstoffeinsatz zur Stromerzeugung in Kraftwerken des Steinkohlen- bzw. des Braunkohlenbergbaus ist in der Energiebilanzzeile 12 „Industriewärmeleistung“ 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*, 2009d) 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 KOHLEWIRTSCHAFT* 2010) 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.

CO ₂ -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

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.

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.

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 durchgeführt.

Die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.4 gelten entsprechend.

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

Über die gesamte Zeitreihe kommt es zu einer deutlichen Erhöhung der CO₂-Emissionen, da die Emissionen aus der Gichtgasnutzung in Kokereien nicht mehr in der Quellgruppe 2.C.1 berichtet werden. Die Emissionshöhe ist im Kapitel 3.2.8.2 Methodische Aspekte (1.A.1.c) tabellarisch aufgelistet.

Für das Jahr 2008 erfolgten Rückrechnungen der Brennstoffeinsätze, da die vorläufigen Daten nach Vorliegen der Originalstatistik nun ersetzt werden konnten. Das führte zu folgenden Veränderungen:

Feste Brennstoffe: - 1.121.696 t CO₂

Flüssige Brennstoffe: - 42.680 t CO₂

Gasförmige Brennstoffe: + 88.152 t CO₂

Sonstige Brennstoffe: + 108.806 t CO₂

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

Das im Kapitel 3.2.6.6 beschriebene neue Forschungsvorhaben zur Aktualisierung der Emissionsfaktoren (außer CO₂) umfasst auch die Kraftwerke und anderen Feuerungen des Bergbaubereichs.

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 2008d: 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 der Berechnungsalgorithmus für die CRF-Gliederung „Verarbeitendes Gewerbe – Eisenschaffende Industrie“ (1.A.2.a) auf Grund der Verfügbarkeit höher disaggregierter Datenquellen überarbeitet. 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*, 2009c).

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					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend	
All Fuels	l / -	CO ₂	1,28 %	1,23 %	-25,8 %

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	NO	NO	NO	CS	CS	CS	CS	CS
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung	N									
Methode EF-Ermittlung	CS									

Die Quellgruppe *Verarbeitendes Gewerbe - Eisenschaffende Industrie* ist für CO₂-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe.

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.

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 bei 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.

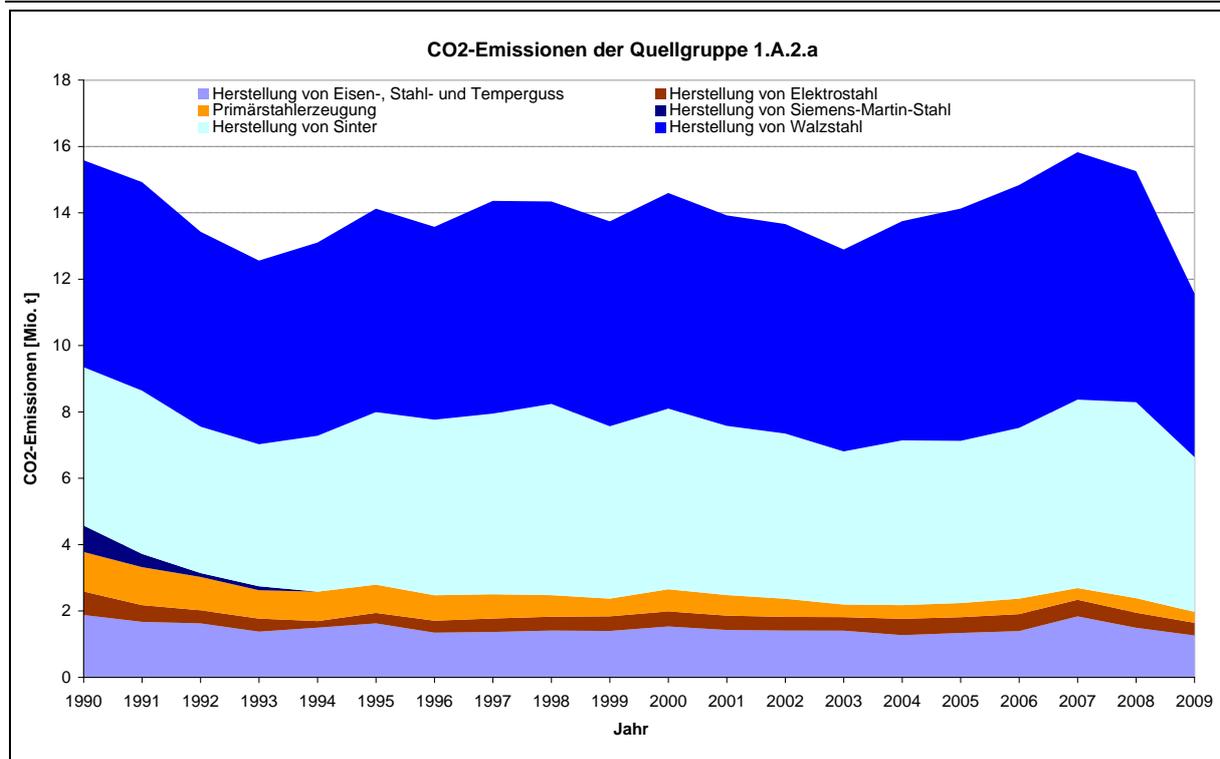


Abbildung 28: Entwicklung der CO₂-Emissionen in Quellgruppe 1.A.2.a

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.

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 konnte 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)), der eine Datengrundlage für die Statistik „Produzierendes Gewerbe Eisen und Stahl“ ist, als neue Datenquelle erschlossen werden. Dies ermöglicht eine verbesserte Disaggregation.

Im aktuellen Berichtsjahr wurde der Bereich der „Eisenschaffenden Industrie“ grundlegend auf der Basis der Daten des BGS-Bogens überarbeitet.

Die Angaben im BGS-Bogen ermöglichen neben der Darstellung der Aktivitätsdaten in Sinteranlagen, Hochofenbetrieben, Oxygenstahlwerken (Konverter) und Walzwerken die zusätzliche Disaggregation für die Elektrostahlwerke.

Eine verbesserte Aufbereitung der Aktivitätsdaten für den Einsatz an festen und gasförmigen Brennstoffen konnte so erreicht werden.

Auf der Grundlage des BGS-Bogens ist erstmalig eine datenbasierte Differenzierung der festen Brennstoffe nach „Steinkohle und Steinkohlebriketts“; „Koks“ und „Koksgrus unter 10 mm“ möglich. 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.

Bei den Emissionen aus der Eisen- und Stahlindustrie wird für die gesamte Zeitreihe ab 1990 zwischen prozessbedingten Emissionen und energiebedingten 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 Unsicherheiten wurden nicht neu betrachtet, da bisher Daten zur Berechnung aus der Fachserie 4 Reihe 8.1 des statistischen Bundesamtes verwendet wurden, die auf der Grundlage des BGS-Bogens in dieser Statistik aggregiert wurden.

Die weitere Verbesserung der Zuordnung der Daten zu den einzelnen Produktionsstufen auf der gleichen Datenbasis (BGS-Bogen) führt bei konservativer Betrachtungsweise zu keiner Veränderung der Unsicherheiten. Der BGS-Bogen ist bis 1990 verfügbar und somit ist die Zeitreihenkonsistenz gegeben. Eine gesetzliche Regelung zur Absicherung des Fortbestehens der Daten ist zurzeit in der Erarbeitungsphase.

3.2.9.1.4 *Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.a)*

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung für die AR, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt. Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung für die EF und ED wurden durch die Nationale Koordinierungsstelle 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).

3.2.9.1.5 *Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.a)*

Wegen der grundlegenden methodischen Überarbeitung der Berechnungen ab dem Jahr 1990 auf der Grundlage verbesserter Datendisaggregation wurden Neuberechnungen für die Jahre ab 1990 durchgeführt. Die folgende Tabelle zeigt die Veränderungen über die gesamte Zeitreihe ab 1990.

Tabelle 30: Rückrechnungen für CO₂ in CRF 1.A.2.a

Jahr	feste Brennstoffe [t CO ₂]	flüssige Brennstoffe [t CO ₂]	Gase [t CO ₂]	Sonstige [t CO ₂]	Gesamt [t CO ₂]
1990	1.717.916	339.989	946.059	0	3.003.964
1991	2.769.207	351.507	1.012.436	0	4.133.150
1992	2.437.222	289.965	713.853	0	3.441.040
1993	3.789.461	229.814	677.962	0	4.697.237
1994	2.486.425	89.739	652.394	0	3.228.558
1995	2.827.768	118.181	495.779	0	3.441.728
1996	1.272.236	133.428	471.335	0	1.876.999
1997	3.049.676	120.015	433.193	0	3.602.884
1998	1.186.925	81.729	406.664	0	1.675.319
1999	1.066.189	60.300	341.806	0	1.468.295
2000	1.765.987	84.700	447.743	0	2.298.430
2001	1.175.924	103.238	541.400	0	1.820.562
2002	1.683.513	117.024	398.664	0	2.199.201
2003	694.013	109.263	155.655	0	958.932
2004	3.745.905	68.999	113.467	0	3.928.371
2005	4.870.572	50.111	123.850	0	5.044.532
2006	4.332.787	60.659	166.136	0	4.559.582
2007	6.898.827	121.507	-267.789	0	6.752.546
2008	3.746.035	214.306	-81.174	0	3.879.167

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				
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
	- / -			

Schadstoff	CO₂	CH₄	HFC	PFC	SF₆	N₂O	NO_x	CO	NMVOG	SO₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	NO	NO	NO	CS	CS	CS	CS	CS
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung	CS									

Die Quellgruppe Nichteisen-Metalle ist keine Hauptquellgruppe.

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* 2009b) (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*, 2009c).

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 *Quellenspezifische 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 *Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.b)*

Für die Quellgruppe sind in diesem Jahr Rückrechnungen für das Jahr 2008 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 2008:

Feste Brennstoffe: + 13.184 t CO₂

Flüssige Brennstoffe: + 12.190 t CO₂

Gasförmige Brennstoffe: + 11.025 t CO₂

In den Jahren 1990, 1994 und 1996 kam es aufgrund einer Fehlerkorrektur zu geringfügigen Rückrechnungen.

3.2.9.2.6 *Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (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					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)		Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
All Fuels	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 Hauptquellgruppenanalyse aufgeführt.

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

CRF 1.A.2.d				
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
- / -				

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOG	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	NE	NO	NO	NO	NE	NE	NE	NE	NE
EF Unsicherheiten in %	-50 / +90									
Unsicherheitenverteilung	N									
Methode EF-Ermittlung	CS									

Diese Quellgruppe *Zellstoff, Papier und Druckerzeugnisse* ist keine Hauptquellgruppe.

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.

Tabelle 31: Eingesetzte Sekundärbrennstoffe in der Zellstoff- und Papierindustrie: CO₂-Emissionsfaktoren und biogener Anteil

Sekundärbrennstoff (Bezeichnung im ZSE)	CO ₂ -Emissionsfaktor [kg/ TJ]	biogener Massen-Anteil [%]
Ablaugen Zellstoffherstellung	74.046	100
Rinde	80.611	100
Faser-/Deinking-Rückstände	54.871	100
Rückstände Papierindustrie	86.222	95

Anm.: Die aufgeführten biogenen Anteile enthalten keine Angaben zu anorganischen Kohlenstoffanteilen (TIC, z.B. Karbonate), der Emissionsfaktor ist aus dem organischen Anteil (TOC) abgeleitet. Da beim EU-EH sowohl TIC wie auch TOC zu berücksichtigen sind, liegt hier eine geringe Vergleichbarkeit und Eignung zur Verwendung einzelbetrieblicher Berechnungen vor.

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 **Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.d)**

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

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 **Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.d)**

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.2.9.4.6 **Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (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					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend	
All Fuels	- / t	CO ₂	0,16 %	0,02 %	-91,8 %

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	NO	NO	NO	CS	CS	CS	CS	CS
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung	CS									

Die Quellgruppe *Zuckerherstellung* ist für CO₂-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach dem Trend (siehe Tabelle 7). Aufgrund der seit 1990 stark fallenden Emissionen (-91,8 %) und des dadurch erreichten sehr geringen Emissionsniveaus (liegt 2009 bei 4,8 % des Beitrags der kleinsten im Levelverfahren identifizierten Hauptquellgruppe) hat die Nationale Koordinierungsstelle aus Gründen der Ressourcenpriorisierung entschieden, die für Hauptquellgruppen 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*, 2009b) und 067 (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, 2009c) 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 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.e)

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

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 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.e)

Für die Quellgruppe sind in diesem Jahr Rückrechnungen für das Jahr 2008 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:

Feste Brennstoffe: + 23.036 t CO₂

Flüssige Brennstoffe: - 12.258 t CO₂

3.2.9.5.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (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					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend	
All Fuels	l / t / T2	CO ₂	12,81 %	9,44 %	-43,4 %

Die Quellgruppe *Verarbeitendes Gewerbe - Weitere Branchen* als Summe über alle weiteren Subquellgruppen ist für CO₂-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe und dem Trend. Die Hauptquellgruppenanalyse 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 Hauptquellgruppenanalyse 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.

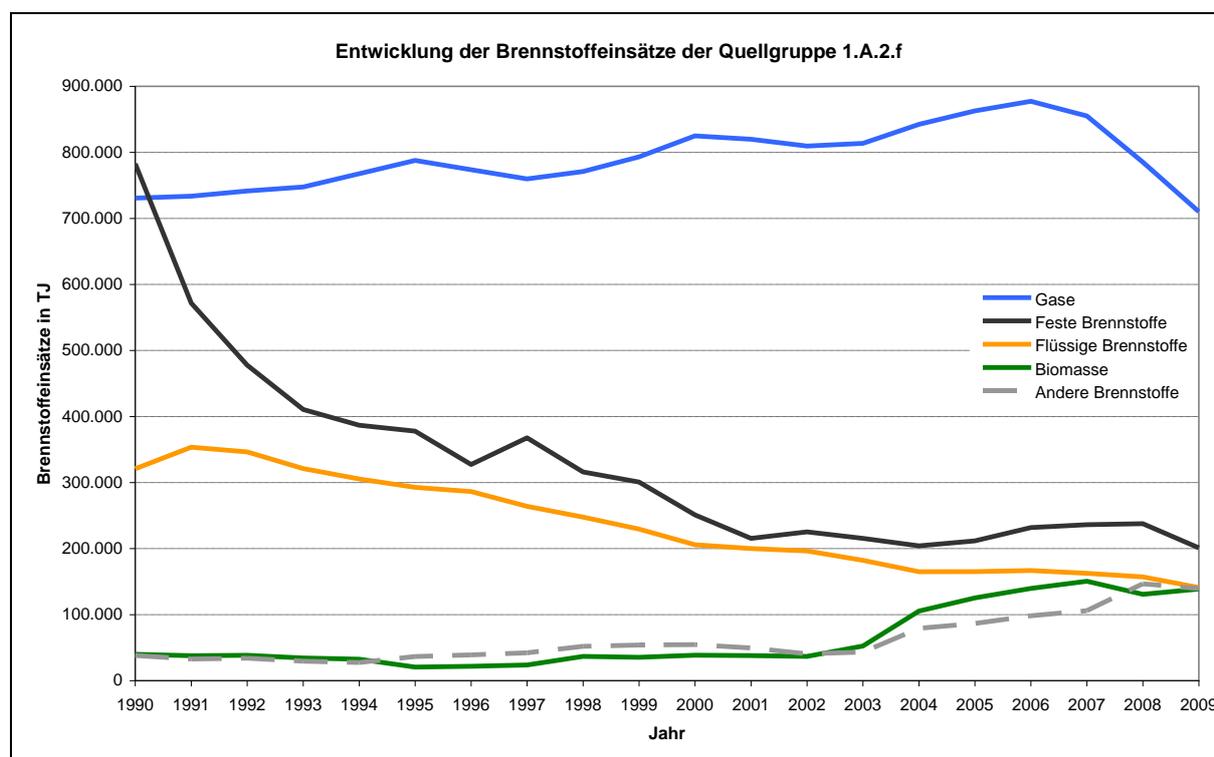


Abbildung 29: Entwicklung der Brennstoffeinsätze der Quellgruppe 1.A.2.f

Die Quellgruppe weist einen deutlichen Wechsel im Brennstoffeinsatz aus.

Auffällig ist der Rückgang des Einsatzes an festen Brennstoffen, vor allem durch geringeren Einsatz von Braunkohle und vermehrten Einsatz von Gas, Biomasse und Ersatzbrennstoffen

Steigende Aktivitätsdaten von „other fuels“ werden verursacht durch den vermehrten Einsatz von Ersatzbrennstoffen (Abfall)

Im Bereich der Biomasse ist ein statistischer Bruch zu verzeichnen. Der Einsatz wurde statistisch nicht bzw. nur teilweise für die Energieerzeugung erfasst. Der Anteil der Biomasse ist steigend.

3.2.9.7 Verarbeitendes Gewerbe - Zementherstellung (1.A.2.f, Zement)

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	NE	NO	NO	NO	NE	NE	NE	NE	NE
EF Unsicherheiten in %	-30 / +30									
Unsicherheitenverteilung	N									
Methode EF-Ermittlung	CS									

Die Subquellgruppe ist außerhalb der verbindlichen Hauptquellgruppenanalyse 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)

Um die Berechnungsalgorithmen für die Aktivitätsdaten in der Bilanz der Emissionsursachen (BEU) homogener, konsistenter und transparenter darzustellen erfolgte eine Überarbeitung.

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, 2009c).

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*, 2009c) 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).

Tabelle 32: Eingesetzte Sekundärbrennstoffe in der Zementindustrie: Emissionsfaktoren und biogener Anteil

Sekundärbrennstoff (Bezeichnung im ZSE)	CO ₂ -Emissionsfaktor [kg/ TJ]	biogener Massen-Anteil [%]
Altreifen	88.425	27
Altöl	78.689	0
Gewerbeabfall Papier	64.881	91
Gewerbeabfall Kunststoff	83.075	0
Gewerbeabfall Verpackungen	56.854	40
Textilabfälle	63.294	70
Gewerbeabfall sonstiger	68.129	52,33
Tiermehle und -fette	74.867	100
Siedlungsabfall aufbereitet	59.846	55
Holzabfälle (Resthölzer)	95.056	100
Lösemittel (Abfall)	71.133	0
Teppichabfälle	80.425	36,50
Bleicherde	82.260	0
Klärschlamm	95.110	100
Ölschlamm	84.024	0

Bei der Verwendung von Stoffwerten aus dem NIR im Rahmen des ETS sind die Hinweise und FAQ der Deutschen Emissionshandelsstelle (DEHSt) zu beachten.

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 Änderung des Emissionsfaktors für Altreifen, die aufgrund neuer Erkenntnisse des Emissionshandels notwendig wurde, führte zu über die gesamte Zeitreihe zu sinkenden Emissionen bei den sonstigen Brennstoffen.

Aufgrund einer Fehlerkorrektur kam es zu Rückrechnungen in den Jahren 1990 – 1994.

Für das Jahr 2008 wurden ebenfalls Rückrechnungen notwendig, da nach dem Vorliegen der endgültigen Energiebilanz gegenüber der vorläufigen Energiebilanz aus der letzten Berichterstattung sämtliche Werte für das Jahr 2008 korrigiert werden mussten. Das führte zu folgenden Rückrechnungen.

Feste Brennstoffe: - 276.231 t CO₂

Flüssige Brennstoffe: - 39.968 t CO₂

Gasförmige Brennstoffe: + 8.957 t CO₂

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)*

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	NO	NO	NO	CS	CS	CS	CS	CS
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung	CS					CS				

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, 2009c).

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

Für die Quellgruppe sind in diesem Jahr Rückrechnungen für das Jahr 2008 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, quellenspezifisch (1.A.2.f, Keramik)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.2.9.9 Verarbeitendes Gewerbe - Glas (1.A.2.f, Glas)

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	NO	NO	NO	CS	CS	CS	CS	CS
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung	CS					CS				

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)

Um die Berechnungsalgorithmen für die Aktivitätsdaten in der Bilanz der Emissionsursachen (BEU) homogener, konsistenter und transparenter darzustellen erfolgte eine Überarbeitung.

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, 2009c).

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 2008 erfolgt, die auf dem Vorliegen der endgültigen Energiebilanz gegenüber der vorläufigen Energiebilanz aus der letzten Berichterstattung begründet sind. Das führt zu folgenden Emissionsänderungen:

Flüssige Brennstoffe: - 46.675 t CO₂

Gasförmige Brennstoffe: + 161.906 t CO₂

3.2.9.9.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.f, Glas)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.2.9.10 Verarbeitendes Gewerbe - Kalkherstellung (1.A.2.f, Kalk)

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	NO	NO	NO	CS	CS	CS	CS	CS
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung	CS									

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)

Um die Berechnungsalgorithmen für die Aktivitätsdaten in der Bilanz der Emissionsursachen (BEU) homogener, konsistenter und transparenter darzustellen erfolgte eine Überarbeitung.

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*, 2009c) 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*, 2009b) verwendet.

Eine vertiefende Prüfung soll Erkenntnisse liefern, ob Verschiebungen des Kohleinsatzes 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.).

Tabelle 33: Eingesetzte Ersatzbrennstoffe in der Kalkindustrie: Emissionsfaktoren und biogener Anteil

Sekundärbrennstoff (Bezeichnung im ZSE)	CO ₂ -Emissionsfaktor [kg/ TJ]	biogener Massen-Anteil [%]
Altöl	78.689	0
Tiermehle und -fette	74.867	100
Gewerbeabfall sonstiger	68.129	52,33

Bei der Verwendung von Stoffwerten aus dem NIR im Rahmen des ETS sind die Hinweise und FAQ der Deutschen Emissionshandelsstelle (DEHSt) zu beachten.

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 2008 erfolgt, die auf dem Vorliegen der endgültigen Energiebilanz gegenüber der vorläufigen Energiebilanz aus der letzten Berichterstattung begründet sind. Dabei ergeben sich folgende Änderungen:

Feste Brennstoffe: + 338.028 t CO₂

Flüssige Brennstoffe: - 41.558 t CO₂

Gasförmige Brennstoffe: - 76.125 t CO₂

3.2.9.10.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.2.f, Kalk)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.2.9.11 Verarbeitendes Gewerbe - Weitere Energieerzeugung (1.A.2.f, Sonstige)

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	NO	NO	NO	CS	CS	CS	CS	CS
EF Unsicherheiten in %	NE	NE				NE				
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung	CS	CS				CS				

Diese Subquellgruppe ist wegen ihrer Eigenschaft als Auffangposition für nicht branchenscharf disaggregierbare Brennstoffeinsätze besonders bedeutsam und trägt zu substantziell 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 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 Eisenschaffenden Industrie die Ausweisung an Gichtgas zur Energieerzeugung im Bereich der Frischdampfessel.

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.

Generell werden ab dem Berichtsjahr 2011 die CO₂-Emissionen aus der Gichtgasverbrennung in Industriekraftwerken und Kesseln in der Quellgruppe 1.A.2.f berichtet. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die CO₂-Emissionen aus der Gichtgasverbrennung über die gesamte Zeitreihe:

CO₂-Emissionen aus der Gichtgasverbrennung in Industriekraftwerken [Mio. t CO₂]									
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
21,043	19,639	19,823	18,403	18,526	19,431	15,489	17,005	17,896	16,857
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
16,500	13,567	15,337	11,657	11,643	14,432	15,406	20,395	18,698	14,814

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.

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 Quellenspezifische 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 quellenspezifischen Qualitätssicherung / -kontrolle und Verifizierung des Kapitels 3.2.6.4 gelten entsprechend.

3.2.9.11.5 Quellenspezifische 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 34: Rückrechnungen für CO₂ in CRF 1.A.2.f Sonstige

Jahr	feste Brennstoffe [t CO ₂]	flüssige Brennstoffe [t CO ₂]	Gase [t CO ₂]	Sonstige [t CO ₂]	Gesamt [t CO ₂]
1990	17.299.848	-212.615	-946.004	0	16.141.229
1991	15.483.047	-326.079	-1.012.492	0	14.144.476
1992	15.862.639	-265.317	-713.909	0	14.883.413
1993	14.747.105	-198.458	-678.129	0	13.870.518
1994	14.840.177	-103.311	-652.450	0	14.084.416
1995	13.290.143	-136.765	-495.779	0	12.657.599
1996	10.624.697	-188.607	-471.335	0	9.964.756
1997	13.067.489	-180.718	-433.192	0	12.453.579
1998	15.382.727	-134.165	-406.664	0	14.841.898
1999	14.069.062	-84.487	-341.807	0	13.642.768
2000	10.115.701	-76.193	-447.744	0	9.591.764
2001	9.797.858	175.529	-541.400	0	9.431.986
2002	11.973.248	-170.970	-398.664	0	11.403.613
2003	5.874.136	294.215	-155.639	4.080	6.016.791
2004	3.731.210	236.462	-113.467	17.460	3.871.665
2005	7.292.024	438.683	-123.850	24.960	7.631.817
2006	7.866.966	-55.158	-166.163	85.200	7.730.845
2007	11.257.679	70.993	267.794	338.628	11.935.095
2008	12.627.894	-550.404	-2.234.402	2.862.874	12.705.962

Rückrechnungen aufgrund des In-Country-Reviews 2010 finden sich im Kapitel 10.5.2.1.

Emissionsfaktoren:

Die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.5 gelten entsprechend.

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

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Emissionsfaktoren:

Das im Kapitel 3.2.6.6 beschriebene neue Forschungsvorhaben zur Aktualisierung der Emissionsfaktoren (außer CO₂) umfasst auch die Kraftwerke und anderen Feuerungen des Verarbeitenden Gewerbes - Weitere Energieerzeugung.

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										
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend						
- / -										
Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	--	--	--	CS	CS	CS	CS	CS
EF Unsicherheiten in %	±5	-57 / +100				-70 / +150				
Unsicherheitenverteilung	N	L				L				
Methode EF-Ermittlung	T2	T3	--	--	--	T3				

Die Quellgruppe *Ziviler Luftverkehr* ist keine Hauptquellgruppe.

Der Flugverkehr unterscheidet sich in der Entstehung seiner Emissionen in hohem Maße von den land- und wassergebundenen Verkehrsträgern: die Verbrennung der Treibstoffe findet hier weitestgehend unter von bodengebundenen Verhältnissen verschiedenen und zudem wechselnden atmosphärischen Bedingungen statt. Wesentliche Einflussfaktoren auf den Verbrennungsprozess sind der atmosphärische Druck, die Umgebungstemperatur sowie die Luftfeuchte, also Faktoren, die mit der Flughöhe erheblich variieren.

In der Debatte um die Klimawirksamkeit und die durch Luftschadstoffemissionen hervorgerufenen Umweltauswirkungen des Flugverkehrs werden neben Kohlendioxid hauptsächlich Wasserdampf sowie Stickstoffoxide und nachrangig Kohlenwasserstoffe, Partikel, Kohlenmonoxid und Schwefeldioxid wahrgenommen. Im Rahmen der nationalen Emissionsberichterstattung werden allerdings auch Angaben für weitere Emissionen gefordert. Die folgenden Ausführungen beziehen sich daher auf die Emissionen von Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffoxid (N₂O, Lachgas), Stickstoffoxide (NO_x, d.h. NO und NO₂), Kohlenmonoxid (CO), flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC), Schwefeldioxid (SO₂), HC (Kohlenwasserstoffe), Staub (TSP) sowie Ammoniak (NH₃).

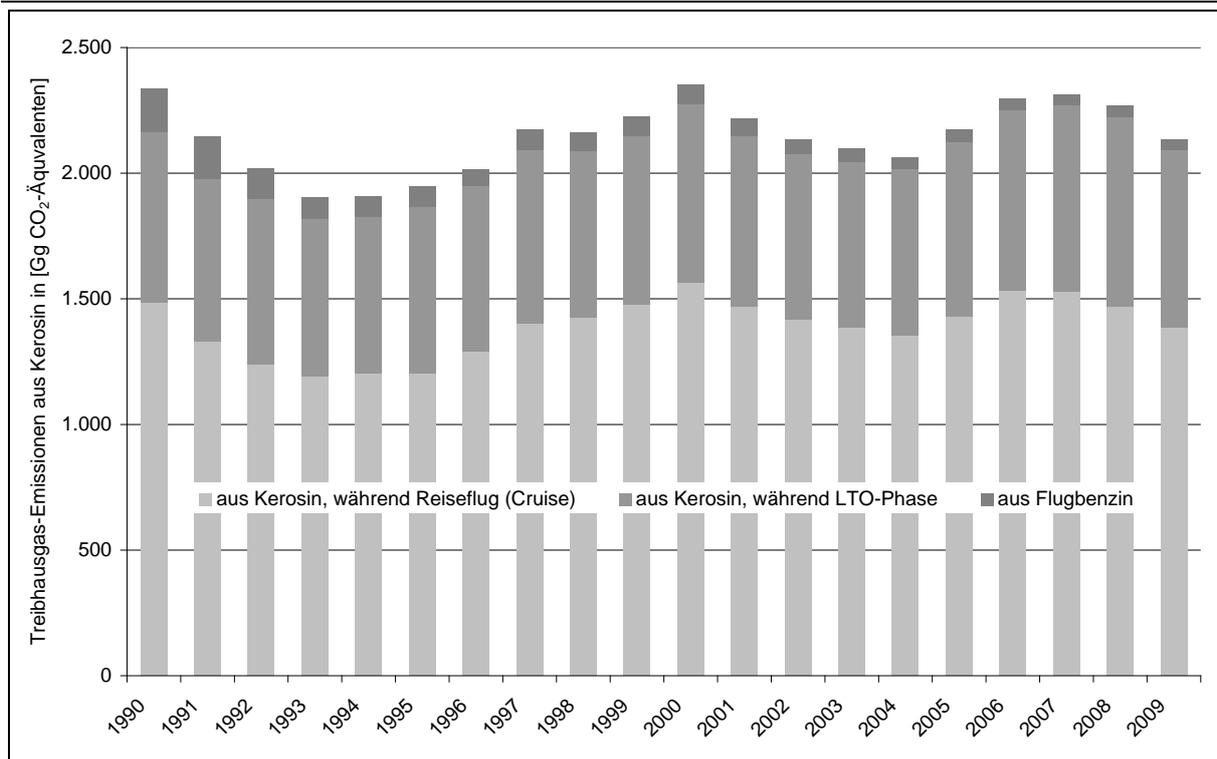


Abbildung 30: Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des nationalen Flugverkehrs 1990-2009

3.2.10.1.2 Methodische Aspekte (1.A.3.a)

Die Berechnung der Luftverkehrsemissionen erfolgt in diesem Jahr erstmalig 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, 2010). Für die noch nicht verfügbaren Jahre werden die Daten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA, 2010) verwendet. Entscheidend für die Berichterstattung ist die Abgrenzung zwischen nationalem und internationalem Flugverkehr. Diese geschieht durch einen sogenannten Splitfaktor, der den Anteil vom nationalen Kerosinverbrauch auf den gesamten Kerosinverbrauch darstellt. Erstmals in diesem Jahr werden zur Ermittlung des Splitfaktors für die Jahre 1990 bis 2002 die Ergebnisse aus einem Forschungsprojekt verwendet, die auf den von einzelnen Flugzeugtypen geflogenen Strecken nach Großkreisentfernungen basieren (FKZ 360 16 029 – Implementierung eines eigenständigen Moduls zur Berechnung des Flugverkehrs in das bestehende TREMOD-System (IFEU & ÖKO-INSTITUT 2010)). Die Daten dazu werden vom Statistischen Bundesamt erfasst. Ab 2003 werden wie in den Vorjahren die von Eurocontrol übermittelten Zahlen genutzt. Eurocontrol berechnet den Treibstoffverbrauch mit dem ANCAT Modell auf Grundlage von einzelnen Flugbewegungen, jedoch ohne den Treibstoffverbrauch mit nationalen Energiebilanzen abzugleichen.

Für die Aufteilung des Kerosinverbrauchs auf die Phasen LTO und Cruise werden wiederum die Ergebnisse der in TREMOD basierend von Daten des Statistischen Bundesamtes erfolgten Berechnungen verwendet.

Für die Berichterstattung werden die Emissionen durch die Multiplikation des Treibstoffverbrauchs der jeweiligen Flugphase mit den spezifischen Emissionsfaktoren ermittelt. CO₂, H₂O 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, HC, 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.

Der eingesetzte Ottokraftstoff (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 nicht erforderlich: Flugbenzin findet nur in kleineren, hauptsächlich inländisch verkehrenden Flugzeugen Verwendung. Diese konservative Annahme führt zu einer leichten Überschätzung der nationalen Emissionen.

Aktivitätsdaten:

Flugturbinentreibstoff / Kerosin

Die Verbrauchsdaten entsprechen dem in Deutschland verbrauchten Flugtreibstoff nach der nationalen Energiebilanz (aktuell bis 2008) bzw. den amtlichen Mineralöldata für die Bundesrepublik Deutschland vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (für 2009) (AGEB, 2010; BAFA, 2010).

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. Diese wurde bis 2007 mit einem konstanten Wert von 20 % entsprechend einer Studie des TÜVs aus dem Jahr 1989 durchgeführt (UBA, 2001a). Seit dem Jahr 2007 wurden für die Berichterstattung überarbeitete Annahmen nach ÖKO-INSTITUT (2009) verwendet, unter Berücksichtigung der Daten von Eurocontrol zur Trennung in nationale und internationale Flüge, die ab dem Jahr 2003 vorliegen.

Die Ergebnisse des aktuellen Forschungsprojekts ermöglichen nun eine erneute Überarbeitung dieses Faktors: Die Berechnungen mit dem erweiterten TREMOD-Modell berücksichtigen die Anzahl der Flüge nach Flugzeugtypen und Großkreisentfernungen für den nationalen und internationalen Flugverkehr. Einbezogen werden dabei 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 ist der Anteil dieser Flugzeugtypen noch höher, dort sind auch Ballone und Segelflugzeuge enthalten. Die Allokation der Gesamtheit dieser Flüge auf den (rein nationalen) Flugbenzinverbrauch zeigt sich in den überschlägigen Berechnungen nach IFEU & ÖKO-INSTITUT (2010) als angemessen.

Auf Basis der tatsächlichen Starts nach den Daten des Statistischen Bundesamtes (getrennt nach Flugzeugtypen und Großkreisentfernungen) sowie unter Verwendung flugzeugtyp- und

flugphasenspezifischer Verbrauchsfaktoren und eines Umwegfaktors ergibt sich ein deutlich niedrigerer Anteil an innerdeutschen Flügen in den Jahren bis 2002. Aus Gründen der internationalen Vergleichbarkeit sollen ab dem Jahr 2003 die von Eurocontrol verfügbaren Werte verwendet werden. Um die Datenreihen im Jahr 2003 aneinander anzupassen, wurden die Berechnungen nach TREMOD mit einem leichten Korrekturfaktor unterlegt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Abbildung vergleichend dargestellt.

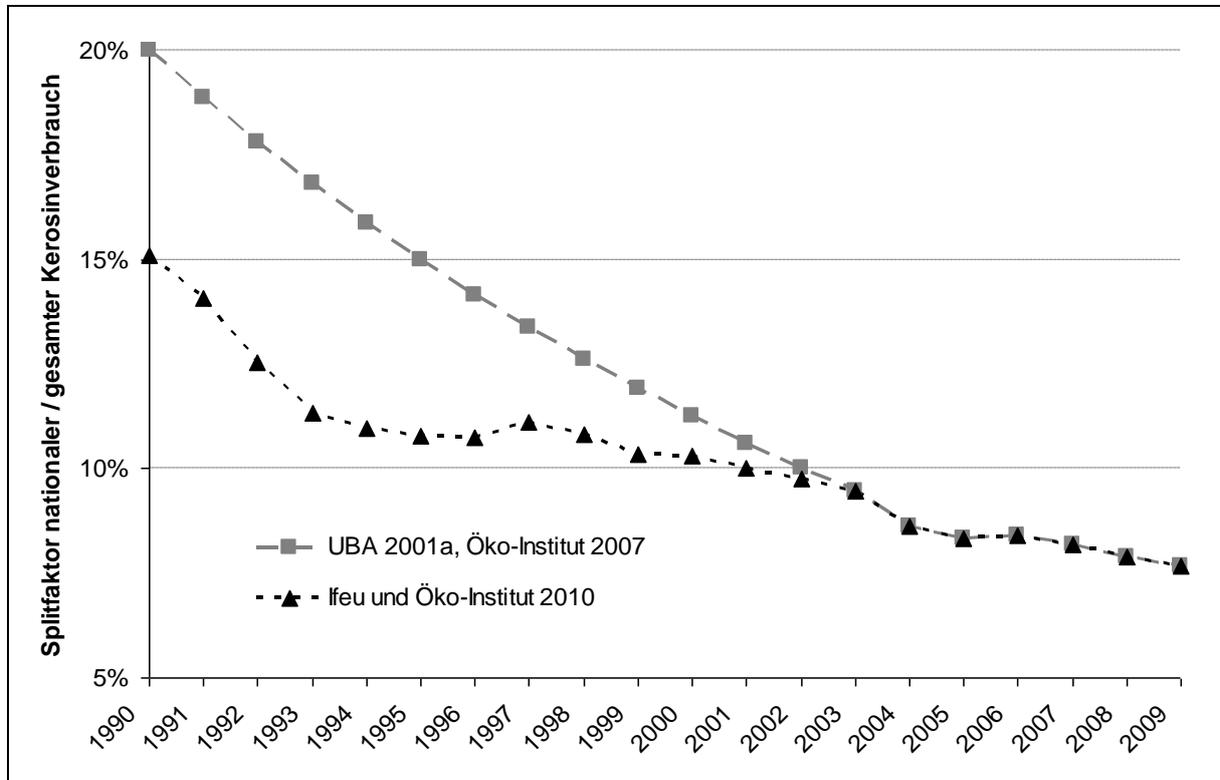


Abbildung 31: Überarbeiteter Splitfaktor nationaler/internationaler Flugverkehr 1990-2009

Tabelle 35: Entwicklung des nationalen Anteils seit 1990 - nach IFEU & ÖKO-INSTITUT 2010

Jahr	1990	1995	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
nationaler Anteil in [%]	15,1	10,8	10,3	9,5	8,6	8,3	8,4	8,2	7,9	7,7

Die Aufteilung des Kerosinverbrauchs auf die beiden Flugphasen *LTO* und *Cruise* erfolgt mit den Ergebnissen der TREMOD-Berechnungen. Diese ermöglichen die Auspielung der Kerosinverbräuche in der LTO-Flugphase (siehe IFEU & ÖKO-INSTITUT, 2010) für den nationalen und internationalen Flugverkehr. Der Verbrauch in der Cruise-Flugphase 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 verbrauchten Flugtreibstoff nach der nationalen Energiebilanz (aktuell bis 2008) bzw. den amtlichen Mineralöl-daten für die Bundesrepublik Deutschland vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (für 2009) (AGEB, 2010; BAFA, 2010). 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

Mit der vorliegenden Berichterstattung werden erstmals auch die Mengen mitverbrannter Schmierstoffe und die daraus resultierenden CO₂-Emissionen erfasst und berichtet (siehe Rückrechnungen unten). Die Angaben zum jährlichen Einsatz von Schmierstoffen im Flugverkehr werden dazu der Amtlichen Mineralölstatistik des BAFA entnommen und der mitverbrannte Teil durch eine Expertenschätzung ermittelt.

Emissionsfaktoren:

Flugturbinentreibstoff / Kerosin

Die Emissionen werden, basierend auf den jeweiligen Emissionsfaktoren, nach Flugphasen getrennt berechnet. Dabei werden unterschiedliche Quellen verwendet. Im Unterschied zur bisherigen Berichterstattung basieren die Emissionen von NO_x, CO und HC auf in TREMOD hinterlegten Flugzeugtyp-spezifischen Emissionsfaktoren. Mit dieser detaillierten Berechnung werden durchschnittliche Emissionsfaktoren gebildet, die für die Berichterstattung verwendet werden.

Der Emissionsfaktor für *Kohlendioxid* wurde, ausgehend vom Gehalt an Kohlenstoff im Kerosin, hergeleitet: Damit ist der durchschnittliche *Emissionsfaktor für Kohlendioxid aus Kerosin 3.150 g/kg*. Dieser Wert 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 289) 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.

Für die Berichterstattung werden aus den mit TREMOD berechneten Emissionen jährliche durchschnittliche Emissionsfaktoren für die ganze Flotte abgeleitet. Damit unterscheiden sich diese von den bislang verwendeten Werten.

Die Umrechnung der Emissionsfaktoren von [kg Emissionen/kg verbrannter Treibstoff] in [kg Emissionen/TJ umgesetzte Energie] erfolgte in allen Jahren über den Heizwert als Umrechnungsfaktor in Höhe von 43.000 kJ/kg.

Flugbenzin

Für Flugbenzin ist nach IPCC 2006a keine Unterteilung in LTO-Zyklus und Cruise-Phase erforderlich. Damit erfolgt es auch keine entsprechende Unterteilung der Emissionsfaktoren. Wie auch für Kerosin wurden die Emissionsfaktoren für NO_x, CO und HC aus den Ergebnissen der TREMOD-Berechnungen gewonnen. Für die Berechnung der gesamten NO_x, CO und HC-Emissionen durch Flugbenzin wurden die Flugzeugtyp-spezifischen Emissionsfaktoren der EMEP-EEA Datenbank verwendet. Diese wurden anschließend durch

den Flugbenzinverbrauch geteilt, um jährliche, durchschnittliche Emissionsfaktoren zu gewinnen, die in die Berichterstattung eingehen.

Für die Berechnung der CO_2 -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 – und mithin die Emissionsfaktoren für den Einsatz von Kerosin im nationalen Flugverkehr während des Reiseflugs (Cruise-Phase im Jahr 2008).

Alle Emissionsfaktoren sind in Tabelle 36 aufgeführt.

Tabelle 36: Emissionsfaktoren für Flugbenzin (1990-2009)

Schadstoff	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/2008
N ₂ O	0,10	entspricht EF Kerosin, Cruise/national/2008

Quelle: Öko-Institut (2009)

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

Die mit der vorliegenden Berichterstattung erstmals ausgewiesenen CO_2 -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 selbst sind damit in den für die einzelnen Kraftstoffe berechneten Mengen enthalten und werden hier als IE (included elsewhere) berichtet.

3.2.10.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.a)

Zur Ermittlung der Unsicherheiten werden die einzelnen Komponenten identifiziert, die in die Berechnung der Emissionen einfließen, und deren Unsicherheiten (U_1 bis U_x) quantifiziert. Durch die additive Verknüpfung der quadrierten Teilunsicherheiten ergibt sich jeweils die Gesamtunsicherheit U_{ges} laut IPCC GPG (2000) aus der Formel:

$$U_{ges} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2}$$

Die Unsicherheiten wurden für die gesamten Zeitreihen und Flugphasen als Mittelwerte abgeschätzt. Die Berechnung der Gesamt-Unsicherheiten erfolgte wie in Anhangkapitel 19.1.3.1.2 dargestellt. In der linken Spalte werden die Komponenten der Unsicherheitsberechnung, rechts daneben die Teil-Unsicherheiten aufgeführt. Darauf folgen die Spalten der Werte für die zu bestimmenden Gesamt-Unsicherheiten. Diese stellen zum Teil ebenfalls wieder Einzelkomponenten der Unsicherheitsberechnung eines anderen Wertes dar: Zum Beispiel berechnet sich die Unsicherheit für den nationalen Kerosinverbrauch in den beiden Flugphasen LTO und Cruise aus den Teilunsicherheiten des gesamten nationalen Kerosinverbrauchs sowie der Teilunsicherheit der LTO/Cruise Aufteilung. Letztere basiert auf der Anzahl der Flugbewegungen nach dem *Statistischen*

Bundesamt und den Annahmen zur Flottenaufteilung (im nationalen Flugverkehr wird entsprechend den IPCC-Annahmen ein durchschnittlicher Verbrauch von 850 kg Kerosin pro LTO-Zyklus angesetzt). Die Gesamt-Unsicherheit des LTO bzw. Cruise Kerosinverbrauchs stellt wiederum eine Teilunsicherheit bei der Ermittlung der Unsicherheiten für die Emissionen dar.

Einzelne Teilunsicherheiten basieren auf Annahmen. So ist eine Unsicherheit für die gesamte Zeitreihe des Splits zur Aufteilung des nationalen und internationalen Flugverkehrs z.B. als Mittelwert über die Zeitreihe angegeben: Für die Jahre 1990 bis 2002 beruhen die Daten auf der TREMOD-Berechnung, die wiederum auf den Daten des Statistischen Bundesamtes sowie den Emissionsfaktoren der EMEP-EEA Datenbank und eigenen Berechnungen basieren. Für die Jahre 2003 bis 2009 werden die Daten 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 zusätzliche Qualitätssicherung durch die Nationale Koordinierungsstelle steht noch aus.

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.

Für die Ermittlung der Emissionen des Flugverkehrs mussten bislang verwendete Emissionsfaktoren aufgrund neuerer Informationen, Fortentwicklung der Technologie bei Flugzeugtriebwerken und einer neuen Berechnungsmethode überarbeitet und angepasst werden. 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 nach den Ergebnissen der TREMOD-Berechnungen (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 einen mit der Zeit zunehmenden Anteil an Flugzeugtypen 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.

3.2.10.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.a)

Aufgrund der Neuberechnung des Splitfaktors, der Aufteilung in die Flugphasen sowie der Verwendung flottenspezifischer durchschnittlicher Emissionsfaktoren für NO_x, CO und HC erfolgt eine Neuberechnung der gesamten Flugverkehrsemissionen.

Der Splitfaktor für die Aufteilung des statistisch erfassten Gesamt-Kerosinverbrauchs auf nationale und internationale Flüge hat sich, basierend auf den Ergebnissen des oben beschriebenen Forschungsvorhabens, für die Jahre bis 2002 wie in Tabelle 37 dargestellt geändert. - Der nationale Anteil am verkauften Flugturbinenkraftstoff (Kerosin) ist von 15,1 % im Jahr 1990 auf 7,7 % im Jahr 2008 kontinuierlich gesunken. Damit einhergehend nahmen auch die Emissionen anteilig ab.

Tabelle 37: Überarbeitung des Splitfaktors nationaler an gesamtem Flugverkehr 1990-2002

Splitfaktor nationaler an gesamtem Flugverkehr	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Resubmission 2010	[%]	20,00	18,88	17,82	16,82	15,88	14,99	14,15
Submission 2011		15,11	14,07	12,54	11,33	10,95	10,79	10,75
Differenz absolut		-4,89	-4,81	-5,28	-5,50	-4,93	-4,20	-3,40
Differenz relativ		-24,43	-25,47	-29,62	-32,68	-31,06	-28,02	-24,03
Splitfaktor nationaler an gesamtem Flugverkehr	Einheit	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Resubmission 2010	[%]	13,36	12,61	11,91	11,24	10,61	10,02	9,46
Submission 2011		11,12	10,80	10,35	10,32	10,02	9,75	9,46
Differenz absolut		-2,24	-1,81	-1,56	-0,92	-0,59	-0,27	0,00
Differenz relativ		-16,79	-14,37	-13,07	-8,16	-5,60	-2,65	0,00

Für nahezu alle Jahre waren zudem – teilweise nur minimale – Korrekturen des Gesamt-Kerosinverbrauchs und damit auch der auf nationale und internationale Flüge entfallenden Teilverbräuche notwendig.

Tabelle 38: Überarbeitung des Kerosinverbrauchs des gesamten von deutschen Flughäfen ausgehenden Flugverkehrs

Kerosinverbrauch	E.	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Resubmission 2010	[TJ]	194.704	190.920	205.798	216.548	225.148	233.447	244.627	253.829	261.182	280.231
Submission 2011		193.329	189.610	204.386	216.548	225.148	233.437	244.610	253.849	261.185	280.244
Differenz absolut		-1.375	-1.310	-1.412	0	0	-10	-17	20	3	13
Differenz relativ	[%]	-0,71	-0,69	-0,69	0,00	0,00	-0,004	-0,007	0,008	0,001	0,005
Kerosinverbrauch	E.	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Resubmission 2010	[TJ]	297.259	289.777	287.412	291.827	298.779	343.827	361.233	374.428	378.346	-
Submission 2011		297.258	289.768	287.394	291.827	316.211	343.827	361.233	374.428	380.114	368.951
Differenz absolut		-1	-9	-18	0	17.432	0	0	0	1.768	-
Differenz relativ		[%]	-0,0003	-0,003	-0,006	0,00	5,83	0,00	0,00	0,00	0,47

Des Weiteren werden mit der aktuellen Berichterstattung erstmals auch CO₂-Emissionen aus der Mitverbrennung von Schmierstoffen erfasst und berichtet. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die berechneten mitverbrannten Mengen und resultierenden CO₂-Emissionen.

Tabelle 39: Entwicklung der in 1.A.3.a mitverbrannten Schmierstoffe und der daraus resultierenden erstmals berichteten CO₂-Emissionen ab 1990

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Energieeinsatz	[TJ]	2,34	1,65	1,14	1,14	1,01	0,92	0,69	0,56
CO₂-Emissionen	[Gg]	0,19	0,13	0,09	0,09	0,08	0,07	0,05	0,04

Die Auswirkungen aller beschriebenen Änderungen an der der Emissionsberechnung zugrunde liegenden Datenbasis auf die berichteten Gesamt-Treibhausgasemissionen der Quellgruppe werden in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 40: Auswirkungen der beschriebenen Überarbeitungen des Inventars auf die berichteten Treibhausgas-Emissionen 1990-2008

THG-Emissionen (1.A.3.a)	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Resubmission 2010	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	3.054,6	2.837,6	2.835,6	2.783,7	2.730,8	2.672,4	2.630,7	2.593,6	2.512,4	2.549,4
Submission 2011		2.335,6	2.144,5	2.018,7	1.902,7	1.908,8	1.946,7	2.015,0	2.172,4	2.161,9	2.226,5
Differenz absolut		-718,9	-693,0	-816,9	-881,0	-822,0	-725,7	-615,7	-421,2	-350,5	-322,8
Differenz relativ	[%]	-23,54	-24,42	-28,81	-31,65	-30,10	-27,16	-23,41	-16,24	-13,95	-12,66
THG-Emissionen (1.A.3.a)	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Resubmission 2010	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	2.553,5	2.346,7	2.190,5	2.098,1	1.953,2	2.173,1	2.298,6	2.313,9	2.258,8	-
Submission 2011		2.351,4	2.219,0	2.133,5	2.097,8	2.064,0	2.172,9	2.298,5	2.314,0	2.269,3	2.134,0
Differenz absolut		-202,1	-127,8	-57,0	-0,3	110,8	-0,3	-0,1	0,02	10,4	-
Differenz relativ	[%]	-7,91	-5,44	-2,60	-0,01	5,67	-0,01	-0,005	0,001	0,46	-

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

Das Umweltbundesamt bemüht sich weiterhin um eine Einigung mit Eurocontrol zur Nutzbarmachung originärer Eurocontrol-Daten.

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.

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					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend	
All Fuels	I / t / T2	CO ₂	12,31 %	15,41 %	-3,8 %

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS/M	-	-	-	CS/M	CS/M	CS/M	CS/M	CS/M
EF Unsicherheiten in %	±7	-72 +110	-	-	-	-76 +181				
Unsicherheitenverteilung	N	L/N	-	-	-	L/N				
Methode EF-Ermittlung	T2	T3	-	-	-	T3				

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

In der genannten Kategorie werden die Emissionen aus dem motorisierten Straßenverkehr in Deutschland berichtet. Berücksichtigt ist der Verkehr auf öffentlichen Straßen im Inland ohne den land- und forstwirtschaftlichen sowie den militärischen Verkehr. Die Berechnungen erfolgen für die Fahrzeugkategorien Personenkraftwagen (PKW), motorisierte Zweiräder (MZR), Leichte Nutzfahrzeuge (LNF), Schwere Nutzfahrzeuge (SNF) und Busse. Diese werden für die Berechnung in so genannte *Fahrzeugschichten* mit gleichem Emissionsverhalten untergliedert. Hierzu werden die Fahrzeugkategorien zusätzlich nach der Art des verwendeten Kraftstoffs, der Fahrzeuggröße (Nutzfahrzeuge und Busse nach ihrer Gewichtsklasse; PKW und motorisierte Zweiräder nach ihrem Hubraum) und der eingesetzten Schadstoffminderungstechnik gemäß den EU-Richtlinien zur Abgasgesetzgebung („EURO-Normen“) sowie des regionalen Fahraufkommens (außerorts, innerorts und Autobahn) differenziert.

3.2.10.2.2 Methodische Aspekte (1.A.3.b)

Durch Einführung des Katalysators und motortechnischen Verbesserungen infolge der kontinuierlichen Verschärfung der zulässigen Abgaswerte sowie durch verbesserte Kraftstoffqualitäten sind die Emissionen aus dem Straßenverkehr an CH₄, NO_x, CO, NM VOC 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. Der seit dem Jahr 2000 zu beobachtende Trend abnehmender N₂O-Emissionen wird sich daher fortsetzen.

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 2009 gegenüber 2000 um 26,6 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 41: Emissionen des Straßenverkehrs

	CO ₂		CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC**	SO ₂
	fossil	bio*						
	[Gg]							
1990	150.358,32	0,00	60,53	1,96	1.341,45	6.527,26	1.408,97	90,20
1995	165.104,05	106,48	30,34	4,63	1.146,56	3.822,97	593,00	69,31
2000	171.229,50	869,14	15,68	4,82	1.004,04	2.452,83	278,59	19,67
2005	151.603,51	5.573,72	8,76	3,76	707,03	1.549,74	154,67	0,81
2006	147.747,28	10.179,93	8,14	3,56	704,16	1.420,86	143,28	0,82
2007	145.034,69	11.034,17	7,29	3,37	651,84	1.305,11	130,33	0,81
2008	144.844,73	8.950,72	6,64	3,13	592,21	1.215,28	120,10	0,81
2009	144.615,51	8.101,05	6,27	3,03	551,19	1.143,13	115,39	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, 2010)¹⁹. 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,

19 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.

korrigiert. Für benzinbetriebene 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:

Tabelle 42: Unterscheidung von Minderungstechniken im Straßenverkehr

	Minderungstechnik	
	ohne	mit
PKW und Leichte Nutzfahrzeuge mit Otto-Motor	ohne G-Kat	mit G-Kat
PKW und Leichte Nutzfahrzeuge mit Diesel-Motor, 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 2.1“ abgelegt (INFRAS, 2004). 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 2.1 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 2.1" 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. 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 Grauimporte eingeführt werden.

Zum Umfang dieses in erster Linie für den Güterverkehr und den Pkw-Verkehr für die grenznahen Regionen Deutschlands bedeutenden und als „Tanktourismus“ bezeichneten Phänomens können keine genauen Angaben gemacht werden. Ein belastbares Gesamtbild existiert trotz mehrerer Detailuntersuchungen nicht (vgl. LENK et al., 2005).

Belegt wird die Verlagerung von Tankvorgängen ins Ausland (und der damit verbundene negative Einfluss auf die Emissionsinventare der Nachbarstaaten) unter anderem auch durch eine vom österreichischen Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft veröffentlichte Studie (BMLFUW, 2005). Die Nachbarstaaten profitieren allerdings nicht unerheblich von Steuermehreinnahmen aus der Energiebesteuerung dieser Treibstoffe, die erheblich über den Zertifikatskosten für die damit verbundenen CO₂-Emissionen liegen dürften.

3.2.10.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.b)

Im Rahmen eines Gutachtens (IFEU & INFRAS 2009) wurden die Unsicherheiten der in TREMOD einfließenden Aktivitätsdaten, der darin erzeugten Emissionsfaktoren und der im Zentralen System Emissionen (ZSE) berechneten Emissionen ermittelt.

3.2.10.2.4 *Quellenspezifische 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 veröffentlicht²⁰.

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, 2010). Gegenüber dem Berichtsjahr 2009 wurde eine Anpassung der Aktivitätsraten (Kraftstoffverbräuche) für die Jahre 2007 bis 2009 an die aktuell vorliegenden Werte der Energiebilanzen, der Amtlichen Mineralöldata des BAFA und der Daten des Mineralölwirtschaftsverbandes (MWV) vorgenommen (vgl. Anhang Tabelle 291).

Tabelle 43: Rekalkulierte Treibhausgasemissionen des Straßenverkehrs

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2007	2008
Submission 2011	[Gg CO ₂ -Äqu.]	152.237,78	167.177,73	173.052,61	152.953,88	146.232,37	145.953,58
Submission 2010		152.237,78	167.177,73	173.052,61	152.954,83	146.152,48	145.974,70
Differenz absolut		0,00	0,00	0,00	-0,95	79,89	-21,12
Differenz relativ	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	-0,01

3.2.10.2.6 *Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.A.3.b)*

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

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)

3.2.10.3 Transport - Schienenverkehr (1.A.3.c)

3.2.10.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.c)

CRF 1.A.3.c					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)		Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
All Fuels	- / t	CO ₂	0,24 %	0,12 %	-60,9 %

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFCH FC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	--	--	--	CS				
EF Unsicherheiten in %	±7	±34	--	--	--	-42,5 +75				
Unsicherheitenverteilung	N	N	--	--	--	L				
Methode EF-Ermittlung	T2	T2	--	--	--	T2				

Die Quellgruppe *Schienenverkehr* ist für CO₂-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach dem Trend (siehe Tabelle 7). Aufgrund der seit 1990 stark fallenden Emissionen (-60,9 %) und des dadurch erreichten sehr geringen Emissionsniveaus (liegt 2009 bei 33 % des Beitrags der kleinsten im Levelverfahren identifizierten Hauptquellgruppe) hat die Nationale Koordinierungsstelle aus Gründen der Ressourcenpriorisierung entschieden, die für Hauptquellgruppen 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 % erhöht²¹. 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.

²¹ 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.

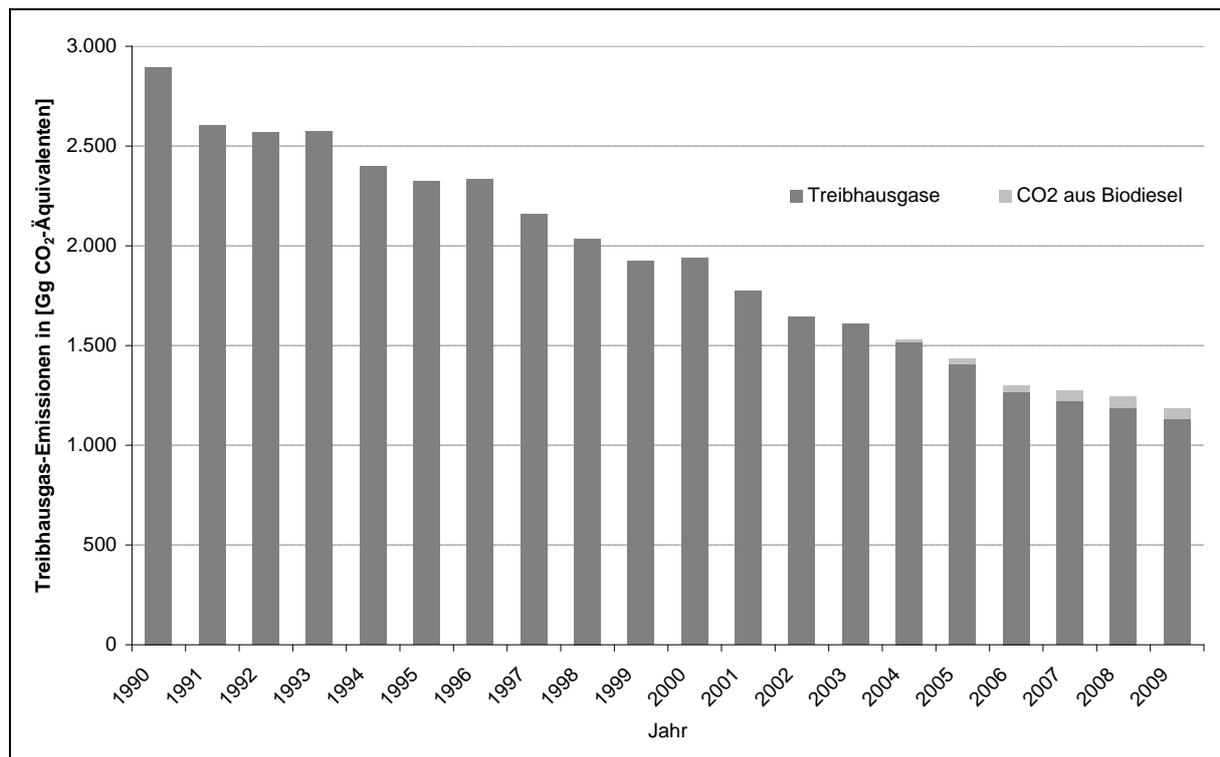


Abbildung 32: Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Schienenverkehrs 1990-2009 (ohne Emissionen aus der Erzeugung von Bahnstrom)

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 2008) den offiziellen Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland entnommen (AGEB, 2010). Im Einzelnen stammen die Angaben zu den Brennstoffen aus folgenden Zeilen der Energiebilanz in den jeweiligen Jahren:

Tabelle 44: 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 Energiebilanz vorliegt (aktuell: 2009), werden die Absatzzahlen des Mineralölwirtschaftsverbandes (MWV) zugrunde gelegt. Diese werden im Jahresbericht Mineralöl-Zahlen (hier: Seite 52, Tabelle „Sektoraler Verbrauch von Dieselkraftstoff“) veröffentlicht (MWV, 2010).

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.

Mit der vorliegenden Berichterstattung werden erstmals auch die Mengen mitverbrannter Schmierstoffe und die daraus resultierenden CO₂-Emissionen erfasst und berichtet (siehe Rückrechnungen unten). In Ermangelung von 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 begründen sich für feste Brennstoffe aus 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 (gefahren Kilometer) im jeweiligen Jahr verknüpft (TREMODO; IFEU, 2010). Der Defaultwert im IPCC Reference Manual (1996b, Tabelle 1-7) liegt über den von Deutschland verwendeten landesspezifischen EF, die die motortechnischen Maßnahmen zur Verbesserung des Emissionsverhaltens von Schienenfahrzeugen im Zeitverlauf abbilden (1995: 2,4 kg/TJ; 2009: 1,4 kg/TJ).

- Für N₂O folgen bei festen Brennstoffen die EF-Expertenbetrachtungen im UBA entsprechend der UBA-Studie Luftreinhaltung '88 (UBA, 1989b). Die landesspezifischen EF liegen deutlich über denen im IPCC Reference Manual (1996b, Tabelle 1-8). Bei Dieseldieselkraftstoff 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 45: Gegenüberstellung der verwendeten EF und Default- EF und vorhandener Default-EF

THG	Verwendete EF [kg/TJ]	Default-EF [kg/TJ]
CH ₄	Diesel & Biodiesel	1,4 - 3,2
	Steinkohle	15,0
	Braunkohlenbriketts	15,0
	Rohbraunkohle	15,0
	Steinkohlenkoks	0,5
N ₂ O	Diesel & Biodiesel	1,0
	Steinkohle	4,0
	Braunkohlenbriketts	3,5
	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 Quellenspezifische 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 AGEV vor. Außerdem wurde eine Dokumentation zur Überarbeitung der Energiebilanzen ab dem Jahr 2003 im Internet veröffentlicht²².

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)

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).

3.2.10.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.c)

Rückrechnungen erfolgten zum einen aufgrund der Verwendung aktualisierter Angaben der Energiebilanzen für den Einsatz von Diesel (2008) bzw. Biodiesel (ab 2006: Umstellung von berechneten auf Energiebilanz-Werte).

Nachfolgende Tabelle liefert eine Übersicht der rekalkulierten Aktivitätsdaten.

Tabelle 46: Rekalkulierte Aktivitätsdaten (1.A.3.c)

Kraftstoff	berichtet in	Einheit	2006	2007	2008
Diesel	Resubmission 2010	[TJ]	17.014,00	16.436,00	15.444,39
	Submission 2011	[TJ]	17.014,00	16.436,00	15.932,00
Biodiesel	Resubmission 2010	[TJ]	495,60	733,32	763,23
	Submission 2011	[TJ]	494,00	733,00	784,00

Zum anderen erfolgte eine Anpassung der für die Emissionsberichterstattung verwendeten EF(CH₄) aus Diesel und Biodiesel an die in TREMOD, Version 5.03, abgebildeten Werte mit daraus resultierenden Rekalkulationen der Methan-Emissionen des Schienenverkehrs.

Die Emissionsfaktoren der letztjährigen und der aktuellen Berichterstattung sind in der folgenden Tabelle auszugsweise gegenübergestellt.

Tabelle 47: Gegenüberstellung der letztjährig und aktuell verwendeten EF(CH₄) (1.A.3.c)

berichtet in	Einheit	1995	2000	2005	2006	2007	2008
Resubmission 2010	[kg/TJ]	2,40	2,20	1,60	1,60	1,60	1,50
Submission 2011	[kg/TJ]	2,45	2,22	1,59	1,57	1,50	1,49

Des Weiteren werden mit der aktuellen Berichterstattung erstmals auch CO₂-Emissionen aus der Mitverbrennung von Schmierstoffen erfasst und berichtet. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die berechneten mitverbrannten Mengen und resultierenden CO₂-Emissionen.

Tabelle 48: Entwicklung der in 1.A.3.c mitverbrannten Schmierstoffe und der daraus resultierenden erstmals berichteten CO₂-Emissionen ab 1990

mitverbrannte Schmierstoffe (1.A.3.c)	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Energieeinsatz	[TJ]	19,23	15,53	12,71	9,64	8,75	8,58	8,36	7,97
CO ₂ -Emissionen	[Gg]	1,54	1,24	1,02	0,77	0,70	0,69	0,67	0,64

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

Tabelle 49: Einfluss der Rekalkulationen auf die Gesamt-Treibhausgasemissionen der Quellgruppe seit 1990 exklusive CO₂ aus Biodiesel (1.A.3.c)

berichtet in	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
Resubmission 2010	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	2.894	2.321	1.937	1.404	1.266	1.223	1.150
Submission 2011		2.896	2.322	1.938	1.405	1.267	1.224	1.186
Differenz absolut		2	1	1	1	1	0	37
Differenz relativ	[%]	0,05	0,06	0,05	0,05	0,06	0,04	3,20

Tabelle 50: Einfluss der Rekalkulationen auf die CO₂-Emissionen aus Biodiesel 2006 (1.A.3.c)

berichtet in	Einheit	2004	2005	2006	2007	2008
Resubmission 2010	[Gg]	12,42	29,23	35,09	51,92	54,04
Submission 2011		12,42	29,23	34,98	51,90	55,51
Differenz absolut		0,00	0,00	-0,11	-0,02	1,47
Differenz relativ	[%]	0,00	0,00	-0,31	-0,04	2,72

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

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.2.10.4 Transport - Schiffsverkehr (1.A.3.d)

3.2.10.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.d)

CRF 1.A.3.d										
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)		Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend					
	- / -									
Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFCH FC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	--	--	--	CS				
EF Unsicherheiten in %	±7	±34	--	--	--	-42,5 +75				
Unsicherheitenverteilung	N	N	--	--	--	L				
Methode EF-Ermittlung	T1	T1	--	--	--	T1				

Die Quellgruppe *Schiffsverkehr* ist keine Hauptquellgruppe.

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 Binnenschifffahrt zugeordnet.

Die folgende Grafik zeigt die Entwicklung der Treibhausgasemissionen der Binnenschifffahrt seit 1990, die parallel zum Kraftstoffeinsatz in dieser Quellgruppe verläuft.

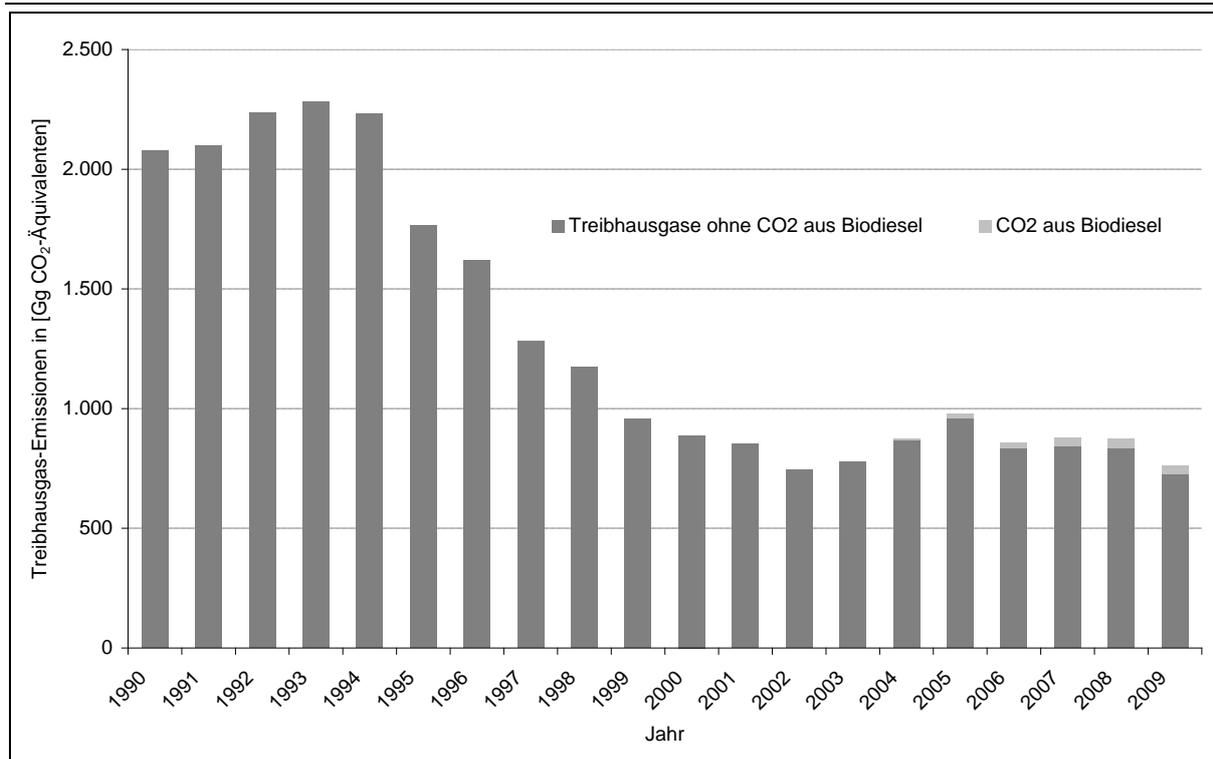


Abbildung 33: Entwicklung der Treibhausgasemissionen der Binnenschifffahrt 1990 – 2009

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, 2010). Im Einzelnen stammen die Angaben zu den Brennstoffen aus folgenden Zeilen der Energiebilanz in den jeweiligen Jahren:

Tabelle 51: Quellennachweis für AR in 1.A.3.d

Brennstoffart	Zeile der Energiebilanz	
Dieselmotorkraftstoff	bis 1994: 77 seit 1995: 64	Küsten- und Binnenschifffahrt

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 Mineralöl- und Kohlenwasserstoffdaten für die Bundesrepublik Deutschland“ (hier: Tabelle 7j: „Inlandsablieferungen nach ausgewählten Verwendungssektoren“) veröffentlicht werden (BAFA, 2010).

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.

Mit der vorliegenden Berichterstattung werden erstmals auch die Mengen mitverbrannter Schmierstoffe und die daraus resultierenden CO₂-Emissionen erfasst und berichtet (siehe Rückrechnungen unten). Als Grundlage werden dazu Angaben aus den Amtlichen Mineralölstatistiken des BAFA zu jährlichen Inlandsablieferungen von Schmierstoffen an die Binnenschifffahrt genutzt, aus denen die mitverbrannte Menge abgeleitet wird.

Für die Jahre ab 2007 fehlen derzeit verlässliche offizielle Verbrauchsangaben für Diesel und folglich auch für den beigemengten 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 verbrannten Kraft-, 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.

Angaben zum Einsatz von Diesel sowie Schwerem Heizöl im internationalen Seeverkehr finden sich im Kapitel Internationaler Seeverkehr (1.C.1.b).

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 den CO₂-Emissionsfaktor von 74.000 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.
- 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 2,4 bis 2,8 kg/TJ niedriger als der IPCC-Default-Wert für Dieselkraftstoff von 5,0 kg/TJ im Reference Manual (IPCC et al, 1996b, S. 1.35, Tabelle 1-7).

- Für N₂O folgen die EF Expertenbetrachtungen im UBA entsprechend der UBA-Studie Luftreinhaltung '88 bzw. dem Analogieschluss zu Schweren Nutzfahrzeugen ohne Minderungstechnik. Der landesspezifische EF liegt für Dieselkraftstoff und Biodiesel mit 1,0 kg/TJ über dem Wert von 0,6 kg N₂O/TJ im Reference Manual (IPCC, 1996b: Tabelle 1-8).

Die Emissionsfaktoren für Methan und Lachgas aus der Mitverbrennung von Schmierstoffen sind dagegen bereits in den entsprechenden 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.

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 in 2009 erstmals im Rahmen eines Forschungsvorhabens (IFEU & INFRAS 2009).

Die Emissionsfaktoren für CO₂ und N₂O sind über die gesamte Zeitreihe konstant und damit konsistent.

Die Zeitreihen der Aktivitätsdaten für Küsten- und Binnenschifffahrt weisen durch die Umstellung der Statistiken 1994/1995 Inkonsistenzen auf, die nicht beseitigt werden können.

3.2.10.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.d)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 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 veröffentlicht²³.

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).

²³ AG Energiebilanzen: Erläuterungen zur Revision der Energiebilanzen 2003 – 2006 URL: <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=63> (Aufruf vom 30.10.2009)

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

Gegenüber den mit der Resubmission 2010 übermittelten Daten erfolgten Rückrechnungen zum Einen aufgrund der erstmaligen Erfassung mitverbrannter Schmierstoffe und den daraus resultierenden CO₂-Emissionen. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die berechneten mitverbrannten Mengen und die resultierenden CO₂-Emissionen.

Tabelle 52: Entwicklung der in 1.A.3.d mitverbrannten Schmierstoffe und der daraus resultierenden erstmals berichteten CO₂-Emissionen ab 1990

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Energieeinsatz	[TJ]	198,64	149,64	70,48	39,40	36,36	34,30	35,54	26,12
CO ₂ -Emissionen	[Gg]	15,89	11,97	5,64	3,15	2,91	2,74	2,84	2,09

Parallel dazu erfolgte eine Anpassung der für die Emissionsberichterstattung verwendeten EF(CH₄) aus Diesel und Biodiesel an die in TREMOD, Version 5.11, abgebildeten Werte - mit daraus resultierenden Rekalkulationen der Methan-Emissionen aus der Binnenschifffahrt ab 1995.

Die Emissionsfaktoren der letztjährigen und der aktuellen Berichterstattung sind in der folgenden Tabelle auszugsweise gegenübergestellt.

Tabelle 53: Gegenüberstellung der letztjährig und aktuell verwendeten EF(CH₄)

berichtet in	Einheit	1995	2000	2005	2006	2007	2008
Resubmission 2010	[kg/TJ]	2,70	2,50	2,40	2,40	2,40	2,40
Submission 2011	[kg/TJ]	2,65	2,51	2,37	2,37	2,37	2,37

Nur für 2006 kam es zusätzlich zu einer minimalen Korrektur der Aktivitätsrate für Biodiesel nach Umstellung von berechneten auf Energiebilanzwerte (siehe Aktivitätsdaten oben).

Tabelle 54: Anpassung infolge des Umstiegs von berechneten auf Energiebilanz-Werte

berichtet in	Einheit	2006
Resubmission 2010	TJ	325,90
Submission 2011		325,00

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

Tabelle 55: Einfluss der Rekalkulationen auf die Gesamt-Treibhausgasemissionen der Quellgruppe seit 1990 exklusive CO₂ aus Biodiesel

berichtet in	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
Resubmission 2010	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	2.060,04	1.752,23	882,24	954,22	832,06	841,75	833,18
Submission 2011		2.075,93	1.764,18	887,88	957,36	834,96	844,49	836,02
Differenz absolut		15,89	11,95	5,64	3,14	2,90	2,74	2,84
Differenz relativ	[%]	0,77	0,68	0,64	0,33	0,35	0,33	0,34

Tabelle 56: Einfluss der Rekalkulationen auf die CO₂-Emissionen aus Biodiesel 2006

berichtet in	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
Resubmission 2010	[Gg]	0,00	0,00	0,00	19,87	23,07	35,77	39,19
Submission 2011		0,00	0,00	0,00	19,87	23,01	35,77	39,19
Differenz absolut		0,00	0,00	0,00	0,00	-0,06	0,00	0,00
Differenz relativ	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,28	0,00	0,00

Rückrechnungen aufgrund des In-Country-Reviews 2010 finden sich im Kapitel 10.5.2.3.

3.2.10.4.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (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.

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					
Hauptquellgruppe nach Level 8) / Trend (t) / Tier 2 (T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend	
All Fuels	I / - / T2	CO ₂	0,35 %	0,38 %	-16,2 %

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	--	--	--	CS	--	--	--	--
EF Unsicherheiten in %	±3	±34	--	--	--	-42,5 +75				
Unsicherheitenverteilung	N	N	--	--	--	L				
Methode EF-Ermittlung	T1	T1	--	--	--	T1				

Die Quellgruppe *Übriger Verkehr* ist für CO₂ eine Hauptquellgruppe 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 Hauptquellgruppe 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. Für die Jahre 1995 bis 2002 stammen die verwendeten Aktivitätsdaten aus den Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland. Die Energieverbrauchsdaten für Erdgas liegen dabei seit der Berichterstattung 2007 in einer überarbeiteten Version vor. Die Werte sind neben dem Erdgaseinsatz in Kokereien und Ortsgaswerken in der Energiebilanz in der Zeile „Umwandlungseinsatz der Kokereien (EBZ 33)“ enthalten. Die jeweiligen Einsatzmengen für Kokereien und Erdgasverdichterstationen wurden in einer Sonderauswertung der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen an das Umweltbundesamt übermittelt. Für die Jahre 1998 bis 2002 lassen sich die Erdgaseinsätze der Erdgasverdichterstationen direkt aus der Energiebilanz, EBZ 33 entnehmen. Da es sich hier um eine nicht signifikante Teilemission der Quellgruppe handelt, wurde die oben beschriebene Tier 1-Methode angewendet.

Für die Jahre 1990-1994 wird der Erdgaseinsatz in Kompressoren über den Faktor 0,005 ermittelt, der mit dem Erdgasverbrauch im Inland verknüpft ist. Die gleiche Methode wird ab dem Jahr 2003 angewendet. Der Faktor von 0,005 wurde als Mittelwert der für die Jahre 1995-2002 statistisch feststehenden Einsatzmenge in Erdgasverdichterstationen und dem Verhältnis zum jeweiligen Primärenergieverbrauch gebildet.

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.

- Die landesspezifischen CH₄-Emissionsfaktoren wurden aktualisiert und begründen sich seit diesem Berichtsjahr 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 2009 beträgt der Wert für Dieselmotorkraftstoff 1,6 kg/TJ (1995: 4,1 kg/TJ), für Ottomotorkraftstoff 20,6 kg/TJ (1995: 22,8 kg/TJ).
- Die landesspezifischen N₂O-Emissionsfaktoren für Ottomotorkraftstoff (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 Ottomotorkraftstoff (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 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.e)

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.

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.

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 sowohl der aus den Energiebilanzen entnommenen Angaben (Energiebilanzzeile 67), als auch der Emissionsfaktoren für Methan machten eine Neuberechnung der Emissionen des Bauwirtschaftlichen Verkehrs für alle Berichtsjahre erforderlich.

Die EF(CH₄) wurden in der vorliegenden Berichterstattung an die in TREMOD-MM (Mobile Machinery) hinterlegten Werte angepasst, die von den bisher im ZSE verwendeten Zahlen gerade für die Jahre vor 1995 teilweise deutlich abweichen. – Die bisher für die Jahre 1990 bis 1994 für Alte und Neue Bundesländer getrennte Erfassung wurde aufgehoben.

Die Zeitreihen der bisher berichteten und der aktuell verwendeten EF(CH₄) sind in der folgenden Tabelle auszugsweise gegenübergestellt.

Tabelle 57: an das überarbeitete Modell TREMOD-MM angepasste EF(CH₄) für den Bauwirtschaftlichen Verkehr ab 1990 (in [kg/TJ])

berichtet in	Material	Geltungs- bereich	1990	1994	1995	2000	2005	2006	2007	2008	
Resubmission 2010	Diesel	ABL	8,0	8,0							
		D			4,4	3,9	2,5	2,2	2,0	1,8	
		NBL	6,0	6,0							
	Ottokraftstoff	ABL	37,0	37,0							
		D			28,4	26,7	26,3	26,3	26,23	26,3	
Submission 2011	Diesel	D	4,86	4,23	4,1	3,6	2,4	2,1	1,9	1,7	
	Ottokraftstoff	D	24,9	23,2	22,8	21,1	20,6	20,6	20,6	20,6	

In der nachfolgenden Tabelle werden die auf Basis der veränderten Emissionsfaktoren neu berechneten Methan-Emissionen den im Vorjahr berichteten Werten gegenübergestellt.

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)

Tabelle 58: Vergleich der im Vorjahr und mit der aktuellen Berichterstattung berichteten Methan-Emissionen des Bauwirtschaftlichen Verkehrs 1990-2008

berichtet in	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Resubmission 2010	[Gg]	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Submission 2011		0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Differenz absolut		-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Differenz relativ	[%]	-32,6	-36,9	-38,9	-40,6	-41,2	-10,6	-10,7	-10,7	-10,8	-11,1
berichtet in	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Resubmission 2010	[Gg]	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	-
Submission 2011		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Differenz absolut		0,0	-								
Differenz relativ	[%]	-11,4	-11,7	-11,8	-11,9	-12,4	-12,8	-13,8	-14,2	-12,5	-

Die Auswirkungen genannten Anpassungen an der den Berechnungen zugrunde liegenden Datenbasis auf das Emissionsinventar des Bauwirtschaftlichen Verkehrs sind in der nachfolgenden Tabelle für die gesamte Zeitreihe dargestellt.

Tabelle 59: Vergleich der im Vorjahr und mit der aktuellen Berichterstattung berichteten Treibhausgas-Emissionen des Bauwirtschaftlichen Verkehrs 1990-2008

berichtet in	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Resubmission 2010	[Gg]	3.692	3.761	3.204	3.293	3.272	3.287	3.227	3.245	3.208	3.288
Submission 2011	CO2-	3.689	3.757	3.201	3.289	3.268	3.287	3.226	3.245	3.208	3.288
Differenz absolut	Äquiv.]	-3,0	-3,7	-3,4	-3,6	-3,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
Differenz relativ	[%]	-0,08	-0,10	-0,11	-0,11	-0,11	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02
berichtet in	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Resubmission 2010	[Gg]	3.199	3.086	3.036	2.997	2.910	2.780	2.826	2.803	2.836	-
Submission 2011	CO2-	3.199	3.085	3.036	2.997	2.909	2.779	2.826	2.802	2.853	2.802
Differenz absolut	Äquiv.]	-0,6	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,4	-0,5	-0,4	16,7	-
Differenz relativ	[%]	-0,02	0,59	-							

Erdgasverdichterstationen: Die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.5 gelten entsprechend.

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

Erdgasverdichterstationen: Das im Kapitel 3.2.6.5 beschriebene neue Forschungsvorhaben zur Aktualisierung der Emissionsfaktoren (außer CO₂) umfasst auch die Gasturbinen in Erdgasverdichterstationen.

Emissionen aus dem Bauwirtschaftlichen Verkehr werden zukünftig unter 1A.2.f ii berichtet. Darüber hinaus sind derzeit 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					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend	
<i>CRF 1.A.4.a (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen)</i>					
All Fuels	l / t / T2	CO ₂	5,24 %	4,00 %	-41,2 %
All Fuels	- / t	CH ₄	0,10 %	0,01 %	-95,4 %
<i>CRF 1.A.4.b (Haushalte)</i>					
All Fuels	l / t / T2	CO ₂	10,60 %	10,91 %	+20,9 %
<i>CRF 1.A.4.c (Land-, Forstwirtschaft und Fischerei)</i>					
All Fuels	l / t / T2	CO ₂	0,91 %	0,64 %	-45,3 %

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	NO	NO	NO	CS	CS	CS	CS	CS
<i>CRF 1.A.4.a (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen),</i>										
EF Unsicherheiten in % - flüssige Brennstoffe		-70 +100	-	-	-	-70 +100				
EF Unsicherheiten in % - gasförmige Brennstoffe		-70 +100	-	-	-	-40 +60				
EF Unsicherheiten in % - feste Brennstoffe		-70 +100	-	-	-	-50 +80				
<i>CRF 1.A.4.b Haushalte</i>										
EF Unsicherheiten in % - flüssige Brennstoffe		-30 +50	-	-	-	-30 +50				
EF Unsicherheiten in % - gasförmige Brennstoffe		-15 +23	-	-	-	-45 +70				
EF Unsicherheiten in % - feste Brennstoffe		-60 +90	-	-	-	-15-60 +23-85				
<i>CRF 1.A.4.c Land- und Forstwirtschaft</i>										
EF Unsicherheiten in % - flüssige Brennstoffe		-70 +100	-	-	-	-70 +100				
EF Unsicherheiten in % - gasförmige Brennstoffe		-70 +100	-	-	-	-40 +60				
EF Unsicherheiten in % - feste Brennstoffe		-70 +100	-	-	-	-40-60 +60-100				
Unsicherheitenverteilung		L	-	-	-	L				
Methode EF-Ermittlung	CS	Tier 2	-	-	-	Tier 2				

Alle in der Tabelle angegebenen Unsicherheiten sind nur als Richtwerte zu verstehen. Die in der Emissionsdatenbank verankerten Unsicherheiten wurden für jeden Brennstoff gesondert ermittelt und gehen mit größerem Detaillierungsgrad als hier dargestellt in die Berechnung der Inventarunsicherheit ein.

Die Quellgruppe 1.A.4 *Sonstige* ist in allen ihren Subquellgruppen für CO₂-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe und dem Trend. Die Subquellgruppe *Gewerbe, Handel, Dienstleistungen* ist dazu für CH₄-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach dem Trend (Siehe Tabelle 7). Aufgrund der seit 1990 stark fallenden Emissionen (-95,4 %) und des dadurch erreichten sehr geringen Emissionsniveaus (liegt 2009 bei 1,7 % des Beitrags der kleinsten im Levelverfahren identifizierten Hauptquellgruppe) hat die Nationale Koordinierungsstelle aus Gründen der Ressourcenpriorisierung entschieden, die für

Hauptquellgruppen vorgesehenen höheren Ansprüche an die Methodik für diese Quellgruppe 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. Mit der vorliegenden Berichterstattung werden hier erstmals auch Aktivitäten und Emissionen aus dem deutschen Hochseefischfang separat berichtet. Diese waren bisher Teil des nur nachrichtlich betrachteten Internationalen _Seeverkehrs (siehe Kapitel 3.2.2.3) und damit nicht Teil des nationalen Inventars.

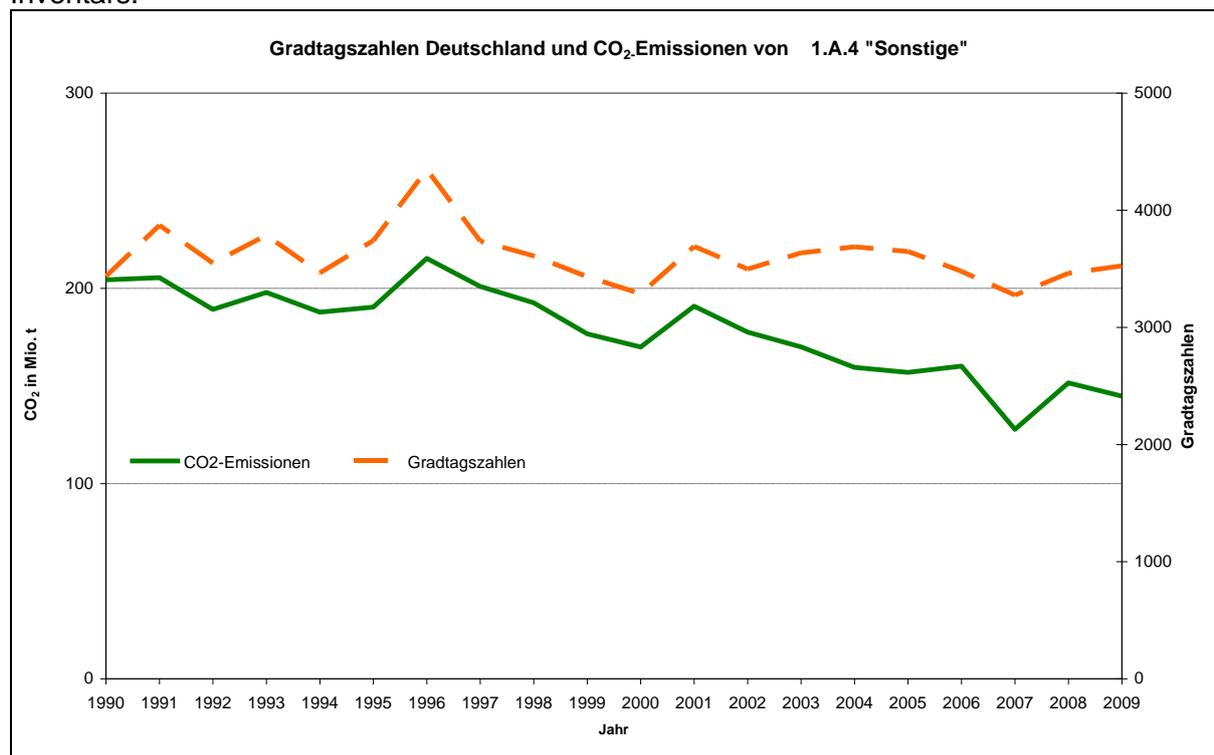


Abbildung 34: Änderung der Gesamtemission von 1.A.4 in Abhängigkeit von der Temperatur

Der Haupttreiber für die CO₂-Emissionen in 1.A.4 ist der Energieverbrauch für Raumwärme. Daher sind Schwankungen beim Verbrauch gut durch die unterschiedlichen winterlichen Kälteperioden erklärbar. Der Trend zu weniger CO₂-Emissionen kommt durch die höheren Standards bei Neubauten bzw. die erfolgreiche Durchführung von energetischen

Gebäudesanierungen bei Bestandsbauten. Ebenso hilfreich ist der Wechsel zu CO₂-ärmeren Brennstoffen. Andererseits werden CO₂-Emissionen von den heutzutage in Neubauten immer öfter eingesetzten elektrischen Wärmepumpen nicht hier berichtet.

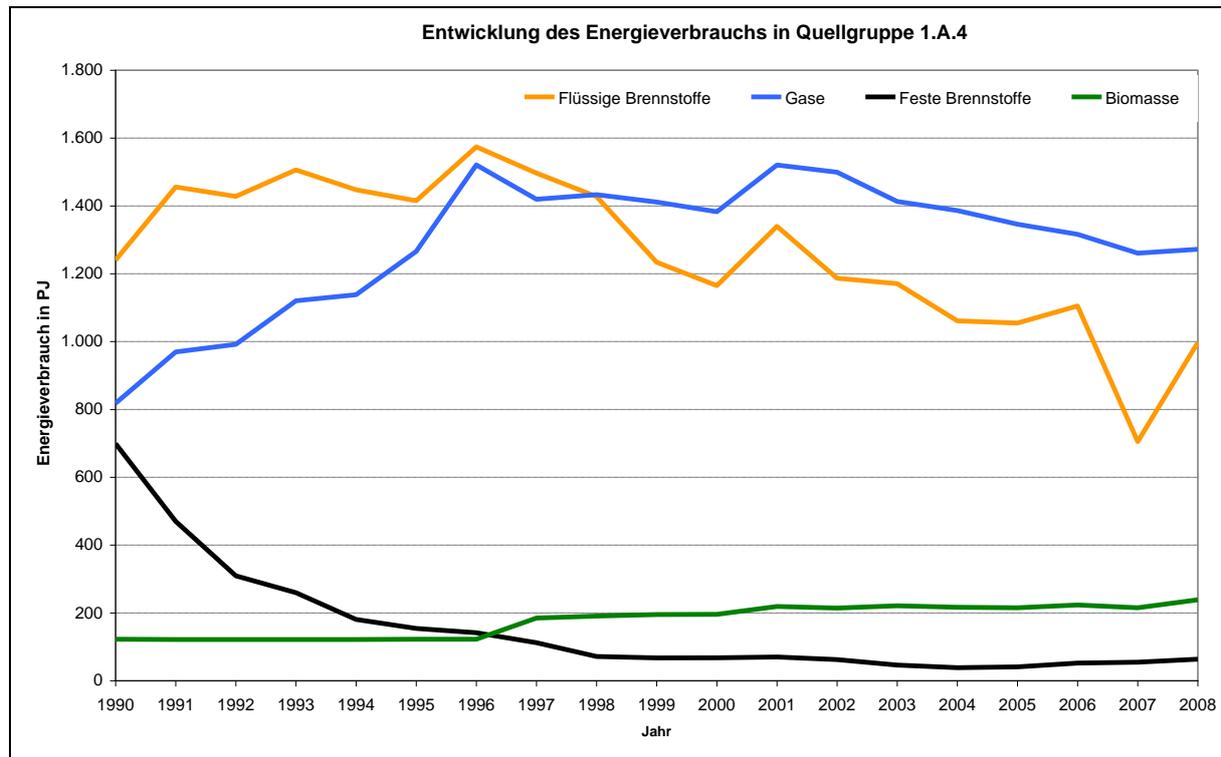


Abbildung 35: Verlauf des Energieverbrauchs von 1.A.4 nach 4 Brennstoffkategorien

Der Wechsel von flüssigen Brennstoffen (fast nur Heizöl) und festen Brennstoffen (hauptsächlich Kohle) zu gasförmigen Brennstoffen (Erdgas) und Biomasse sorgt für eine erhebliche CO₂-Emissionsminderung. In den Jahren 2006 und 2007 gab es das Phänomen eines überhöhten bzw. abgesenkten Energieverbrauchs, welches durch eine Umsatzsteuererhöhung von 16 % auf 19 % ausgelöst wurde. Die sehr hohen Heizölverkäufe im Jahr 2006 sorgten für steigende CO₂-Emissionen, da die Daten für das Heizöl absatzorientiert ermittelt wurden und nicht verbrauchsorientiert.

Der 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 zukünftig genauer zu bestimmen, findet zurzeit ein Forschungsvorhaben „Ermittlung des Verbrauchs biogener Festbrennstoffe im GHD-Sektor“ statt. 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 nunmehr unter 1.A.4.c (iii) – *Fischerei* erfassten Hochseefischerei werden dabei konservativ anhand der Entwicklung der auf den aktiven deutschen Fangschiffen installierten Motorleistung (EC, 2010) und einem festen Verbrauch von 200g Diesel je kWh berechnet.

Emissionsfaktoren

Datengrundlage für die stationären Feuerungsanlagen verwendeten Emissionsfaktoren für N₂O und CH₄ ist der Forschungsbericht „Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung“ (STRUSCHKA 2008). Im Rahmen dieses Vorhabens wurden gerätebezogene und quellgruppenspezifische Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher für alle wichtigen Abgaskomponenten mit hohem Detaillierungsgrad für das Bezugsjahr 2005 berechnet.

Die Ermittlung der Emissionsfaktoren beruht auf einem quellgruppenspezifischen „bottom-up“-Ansatz, bei dem zusätzlich zu den (Sub-)Quellgruppen und Brennstoffen detailliert nach Anlagentechnologien unterschieden wird. Hierbei werden durch Aggregation von mehreren anlagenspezifischen Emissionsfaktoren mittlere Emissionsfaktoren für den gesamten Anlagenbestand innerhalb der betrachteten Quellgruppen generiert. Durch die anlagen-/gruppenspezifischen Emissionsfaktoren werden alle wesentlichen feuerungstechnischen Besonderheiten der für die einzelnen Gruppen typischen Anlagen erfasst. Das Verfahren entspricht der Tier 2/3-Methode der 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (IPCC 2006).

Die Strukturierung der Emissionsfaktoren richtete sich nach den in Deutschland am Endenergieverbrauch relevant beteiligten Brennstoffen:

- Heizöl EL,
- Erdgas,
- Braunkohlen (Briketts aus dem Rheinischen und Lausitzer Revier, Importbriketts),
- Steinkohlen (Koks, Briketts, Anthrazit) und
- Holz (naturbelassenes Holz, Holzpellets, Resthölzer).

Außerdem wurden die Emissionsfaktoren nach der Gerätebauart, der Altersstufe, dem Leistungsbereich und der typischen Betriebsweise der Feuerungsanlagen differenziert erhoben. Das Emissionsverhalten der Feuerungsanlagen wurde auf der Basis einer umfangreichen Literaturauswertung 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 60 zeigt die sektoralen Emissionsfaktoren.

Tabelle 60: 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 61: Sektorale Emissionsfaktoren für mobile Quellen der Haushalte, des landwirtschaftlichen Verkehrs sowie der Fischerei

1.A.4.b (ii) - mobile Quellen der Haushalte	CH₄	N₂O
	[kg/TJ]	
Ottokraftstoff	37,0	3,7
1.A.4.c (ii) - Landwirtschaftlicher Verkehr		
Diesel	5,0	1,0
Ottokraftstoff	37,0	3,7
1.A.4.c (iii) - Fischerei (hier: Hochseefischfang)		
Diesel	7,0	2,0

3.2.11.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.4)

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.

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.

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.

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.

Zur Qualitätssicherung der Angaben zu *stationären Feuerungen* wurden im Rahmen des oben genannten FE-Vorhabens alle verwendeten Eingangsdaten aus der Literatur und aus

²⁵ AG Energiebilanzen: Erläuterungen zur Revision der Energiebilanzen 2003 – 2006 URL: <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=63> (Aufruf vom 15.10.2010)

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 62 dokumentiert.

Tabelle 62: Emissionsberechnung mit landesspezifischen Tier 2/3 Emissionsfaktoren und mit den Tier 1 Default-Emissionsfaktoren nach (IPCC 2006)

Emissionsfaktoren	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 2008 mussten einige geringfügige Änderungen der Aktivitätsdaten für 2008 vorgenommen werden. Eine signifikante Erhöhung ergab sich beim Erdgas mit 3,5 Mio. t CO₂ (1.A.4.a mit 2,7 Mio. t CO₂ und in 1.A.4.b mit 0,8 Mio. t CO₂).

Eine Rückrechnung von Emissionsfaktoren bei den *stationären Feuerungen* für CH₄ und N₂O wurde im letzten Jahr durchgeführt. Für die Berichterstattung 2009 wurden die Emissionsfaktoren konstant fortgeschrieben.

Für die *mobilen Quellen* erfolgten gegenüber der Resubmission 2010 keinerlei Rückrechnungen.

Die mit der Resubmission 2010 gegenüber der Submission 2010 erfolgten Veränderungen (erstmalige Erfassung des nationalen Hochseefischfangs) werden in Kapitel 10.5.2.4. näher beschrieben.

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

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

Die derzeit nur auf mehreren sehr vereinfachten und konservativen Annahmen beruhende Erfassung der Verbräuche und Emissionen der deutschen Hochseefischerei soll mittelfristig überarbeitet werden.

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					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)		Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
All Fuels	l / t	CO ₂	0,97 %	0,14 %	-88,7 %

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	NM VOC	VOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	NO	CS	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
EF Unsicherheiten gasförmige Brennstoffe in %		-70 / +100				-30 / +50				
EF Unsicherheiten flüssige Brennstoffe in %	± 5%	-30 / +50				-30 / +50				
EF Unsicherheiten feste Brennstoffe in %		-70 / +100				-70 / +100				
Unsicherheitenverteilung	N	L				L				
Methode EF-Ermittlung	CS	CS				CS				

Die Quellgruppe *Andere Bereiche* ist eine Hauptquellgruppe für CO₂ nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Die folgende Abbildung zeigt den Emissionsverlauf ab 1990.

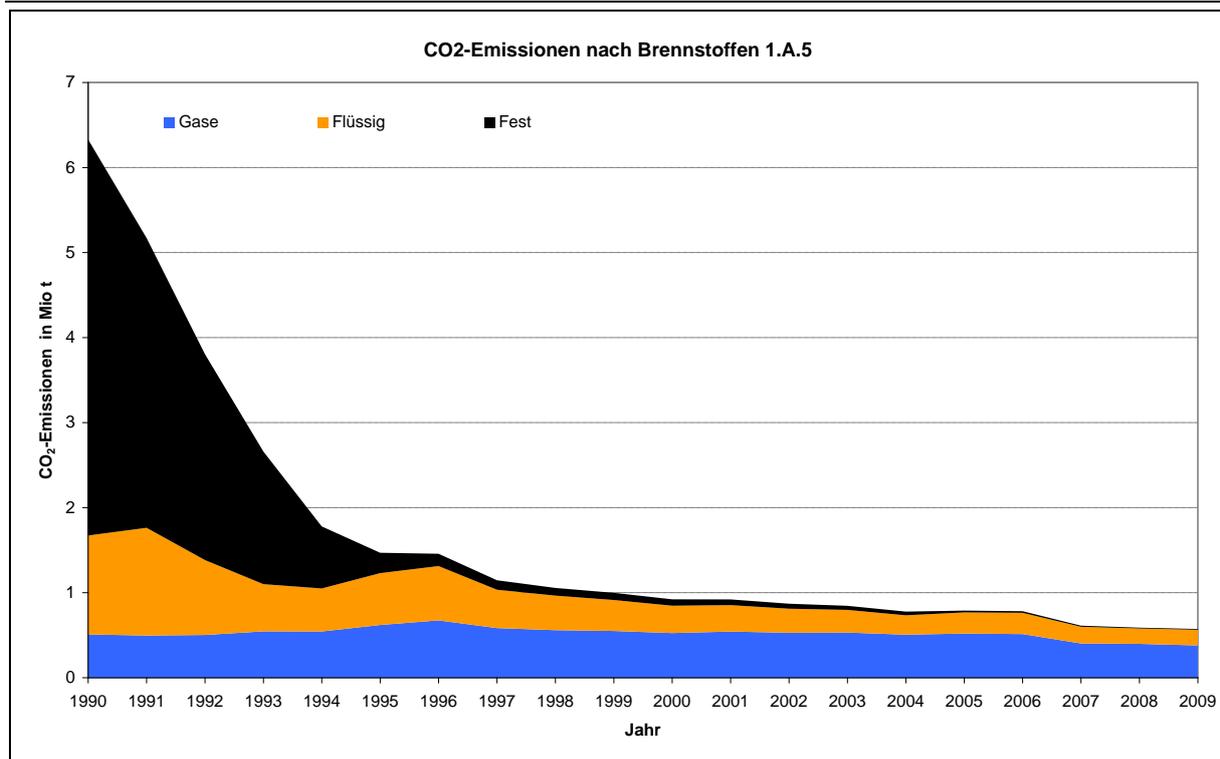


Abbildung 36: Entwicklung der CO₂-Emissionen der Quellgruppe 1.A.5

In der Quellgruppe 1.A.5 ist eine besonders starke Emissionsreduktion zu verzeichnen. Das 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, 2010) zurückgegriffen, das dem UBA den „Energieeinsatz zur Wärmeerzeugung in der Bundeswehr“ nach Brennstoffen 2000-2009 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 darüber hinaus gesonderte Angaben für das Militär fehlen, werden für die Folgejahre die Amtlichen Mineralöl- und Kerosinverbräuche der Bundesrepublik Deutschland des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) verwendet (BAFA, 2010). Die dort in 1000 t angegebenen Verbräuche werden auf Basis der ausgewiesenen Heizwerte in TJ umgerechnet.

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 Mineralöldaten 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 63 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, Schmierstoffe) 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. Für CO₂ aus der Mitverbrennung von Schmierstoffen wird derzeit ein IPCC-Default von 80.000 kg/TJ verwendet. 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 63: 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
schwerer Flugturbinentreibstoff (Kerosin)	0,5	2,0
Flugbenzin	8,2	2,3
Schmierstoffe	IE	IE

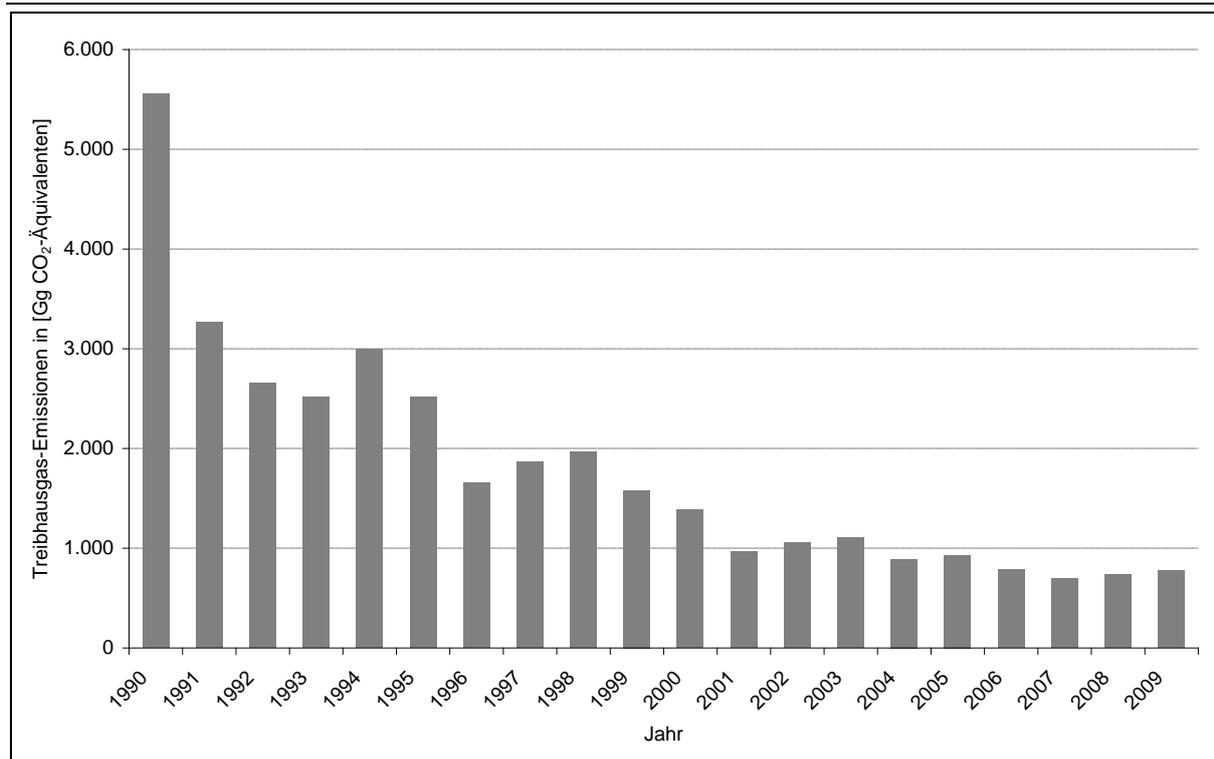


Abbildung 37: Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des militärischen Verkehrs 1990-2009

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 Quellenspezifische 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.

3.2.12.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.5)

Im **stationären Bereich (1.A.5.a „Stationary“)** kam es für die Jahre 2007 und 2008 nur zu geringfügigen Rückrechnungen, aufgrund von Aktualisierungen der Heizwerte.

Für den **militärischen Verkehr (1.A.5.b „Mobile“)** erfolgten für die gesamte Zeitreihe Rückrechnungen aufgrund der erstmaligen Erfassung von CO₂-Emissionen aus mitverbrannten Schmierstoffen. Die folgenden zwei Tabellen geben einen Überblick über die berechneten mitverbrannten Mengen, die resultierenden CO₂-Emissionen und den Einfluss auf die Emissionen der gesamten Unter-Quellgruppe 1.A.5.b.

Tabelle 64: Entwicklung der in 1.A.5.b mitverbrannten Schmierstoffe und der daraus resultierenden erstmals berichteten CO₂-Emissionen ab 1990

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Energieeinsatz	[TJ]	157,50	54,42	14,46	0,62	0,66	0,70	1,54	0,82
CO ₂ -Emissionen	[Gg]	12,60	4,35	1,16	0,05	0,05	0,06	0,12	0,07

Tabelle 65: Auswirkungen auf die für 1.A.5.b berichteten Gesamt-Emissionen

berichtet in	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
Resubmission 2010	[Gg CO ₂ - Äq.]	5550,35	2514,30	1383,38	928,64	780,92	692,77	734,45
Submission 2011		5562,95	2518,65	1384,54	928,69	780,97	692,83	734,57
Differenz absolut		+ 12,60	+ 4,35	+ 1,16	+ 0,05	+ 0,05	+ 0,06	+ 0,12
Differenz relativ	[%]	+ 0,23	+ 0,17	+ 0,08	+ 0,01	+ 0,01	+ 0,01	+ 0,02

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 Mineralöl- und Gasdaten für die Bundesrepublik Deutschland (BAFA, 2010).

Unter der Quellgruppe 1.A.5 Militär werden im ZSE als stationäre Quellen die Wärme- und Stromerzeugung 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 fluorierte Gase.

Die **Kohlendioxid**emissionen sind gegenüber 1990 um 3 % gesunken. Wesentliche Faktoren sind hierbei die Sauergasaufbereitung (1.B.2.b.ii) und die Fackeln (1.B.2.c).

Die Emissionen von **Lachgas** stammen aus der Abfackelung (1.B.2.c) bei der Förderung von Öl und Gas sowie bei der Gasaufbereitung und sind sehr gering. Aufgrund der rückläufigen Menge an gefördertem Erdgas sind die Emissionen gegenüber 1990 um 18 % 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 63 % gesunken.

Die Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen (**VOC**) sind seit 1990 um knapp 58 % zurückgegangen. Dies resultiert aus der Umsetzung der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA-Luft 2002), dem Rückgang der Emissionen bei der Lagerung von Ottokraftstoffen und bei der Betankung von Kraftfahrzeugen (1.B.2.a.v) – in Folge der Umsetzung der 20. und 21. BImSchV – sowie dem verringerten Ottokraftstoffverbrauch. In

Abbildung 38 sind die flüchtigen organischen Komponenten (VOC) ohne Methan als **NMVOC** abgebildet.

Die **Schwefeldioxidemissionen** sind seit 1990 über 67 % gesunken. Vor allem der Rückbau der ostdeutschen Industrie, der Einsatz von besseren Filtern und der Brennstoffwechsel von Braunkohle zu anderen Energieträgern spielten eine wesentliche Rolle beim starken Rückgang Anfang der 1990er Jahre bei. In den folgenden Jahren wirkt sich die zurückgehende Produktion von Steinkohlenkoks (1.B.1.b) und die bessere Filtertechnik bei der Entschwefelung von Erdgas (1.B.2.b.ii) maßgeblich auf die Emissionen aus.

Die **Kohlenmonoxidemissionen** sind seit 1990 um knapp 69 % zurückgegangen; wesentlich beeinflusst durch die zurückgehende Produktion von Steinkohlenkoks (1.B.1.b) und die Einstellung der Stadtgasbereitstellung im öffentlichen Gasverteilungsnetz (1.B.2.b.iv).

Nähere Ausführungen zu Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und NMVOC sind im „Informative Inventory Report“ unter iir.umweltbundesamt.de beschrieben, da diese nicht zu den Treibhausgasen gehören.

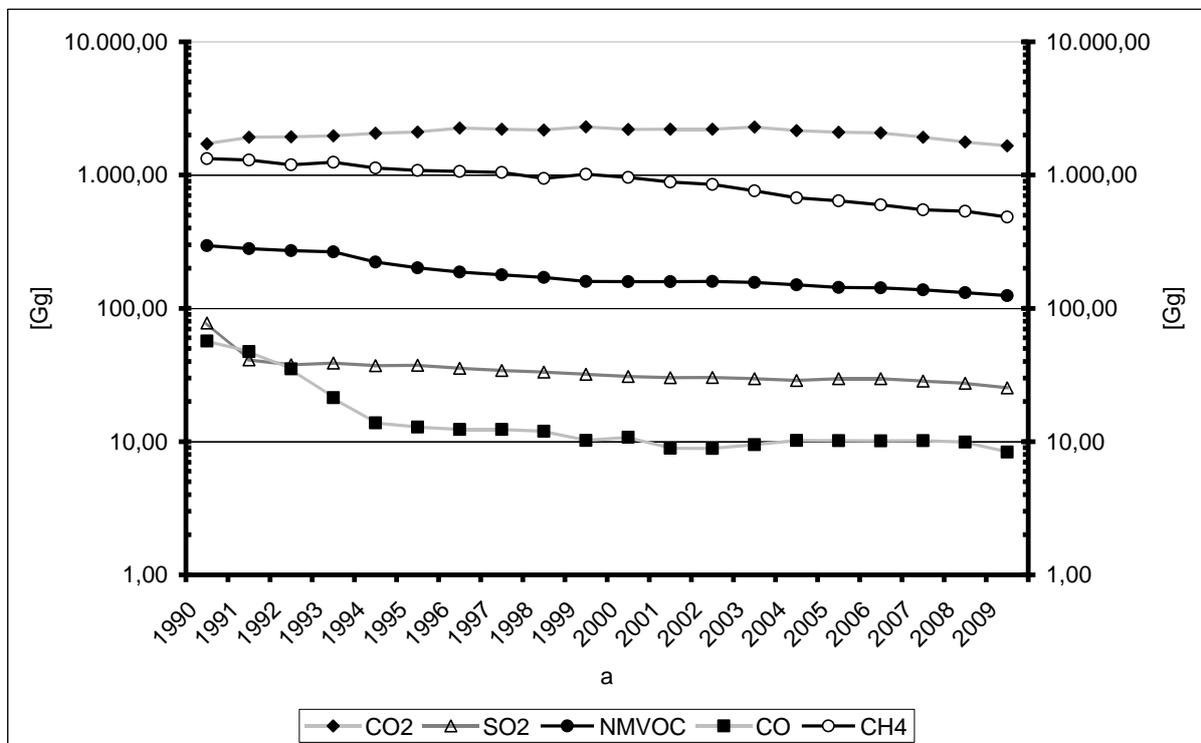


Abbildung 38: Emissionen für CO₂, CH₄, NMVOC, SO₂ und CO der Quellgruppe 1.B.²⁶

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 66 ist das Schema der Quellgruppenzuordnung sowie der zugehörigen Berechnungsverfahren (Tabelle 67) aufgezeigt.

²⁶ der Übersichtlichkeit wegen sind die N₂O Emissionen hier nicht mit aufgeführt. Sie fallen von 3555kg im Jahr 1990 auf 2914kg im Jahr 2009

Tabelle 66: 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 67 die berechneten Werte für und Informationen zur Herkunft der Aktivitätsdaten das Jahr 2009 bereit.

Tabelle 67: Berechnung von Methanemissionen aus dem Kohlenbergbau für 2009

		Aktivitätsdaten [Mt]	CH ₄ -Emissionen [Gg]
1.B.1.a. Kohlenbergbau		183,67 (= 1.B.1.a.i + 1.B.1.a.ii)	= 1.B.1.a.i + 1.B.1.a.ii = 129,76+1,87 = 131,63
i.	Tiefbau	13,766²⁷ Steinkohlen-Förderung 1)	= bergbauliche und anschließende bergbauliche Tätigkeiten = 121,83 + 7,93 = 129,76
	bergbauliche Tätigkeiten		= AR * EF = 13,766 * 8,85 = 121,83
	anschließende bergbauliche Tätigkeiten		= 7,93
ii.	Tagebau	169,9 Braunkohlenförderung 1)	= bergbauliche Tätigkeiten = 1,87
	bergbauliche Tätigkeiten		= AR * EF = 169,9 * 0,011 = 1,87
	anschließende bergbauliche Tätigkeiten		(enthalten in 1.B.1.a.ii) IE
1.B.1.b. Umwandlung von Kohle - Veredelung		12,52 Summe an Veredelungsprodukten 2) 1)	AR _{Steink.Prod.} * EF _{Steink.Prod.} + AR _{Braunk.Prod.} * EF _{Braunk.Prod.} = 6,77 * 0,049 + 5,75 * 0 = 0,33
1.B.1.c. Andere			= Stillgelegte Kohlenbergwerke = 3,6
	Stillgelegte Kohlenbergwerke	NO	Emissionspotenzial abzüglich Verwertung = 3,6

1) nach STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT (2010)

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										
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend						
Solid Fuels	I / t / T2	CH ₄	1,51 %	0,29 %	-85,0 %					
Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	NO	CS	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
EF Unsicherheiten in %		-								
Unsicherheitenverteilung		-								
Methode EF-Ermittlung		T2								

Die Quellgruppe Kohlenbergbau ist für CH₄-Emissionen eine Hauptquellgruppe 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

²⁷ ohne Kleinzechen

Aufteilung gilt nur für Steinkohle. Für Braunkohle werden durch das gewählte Berechnungsverfahren alle Emissionen unter 1.B.1.a.(ii) erfasst.

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 6 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.

Im Jahr 2009 betrug die Förderung von Steinkohlen rund 14 Mio. t verwertbare Förderung. Die Förderung von Braunkohlen lag im Jahr 2009 bei 170 Mio. t (STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT, 2010). Die Förderung von Steinkohlen ist damit gegenüber dem Vorjahr um ca. 18 % gesunken, die Förderung von Braunkohlen um ca. 2,8 %.

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, 2010). 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 8,85 kg/t (2009) 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 (2010) 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. Daten wurden fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

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 68 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 68: Emissionsfaktoren für CH₄ aus dem Kohlenbergbau für das Jahr 2009

Emissionsfaktoren	Steinkohle		Braunkohle	
	EF m ³ CH ₄ /t	EF kg/t	EF m ³ CH ₄ /t	EF kg/t
CH ₄ aus Förderung	19,66	13,17	0,016	0,011
CH ₄ aus Förderung abzüglich verwertetes Grubengas	13,21	8,85	-	-
CH ₄ aus Lagerung	0,87	0,58	-	-
CH ₄ aus Bergbau (Förderung und Lagerung abzüglich Grubengasnutzung)	14,08	9,43	0,016	0,011

Für den Braunkohlentagebau gibt es im IPCC-Reference Manual (1996b) keine konkreten Empfehlungen für die Höhe der Emissionsfaktoren.

Im Rahmen einer Verifizierung zur Berichterstattung im Jahr 2005 wurden verschiedene Datenquellen für Aktivitätsraten im Kohlenbergbau und auch die verwendeten EF mit denen anderer Länder verglichen.

Der Ländervergleich spezifischer Emissionsfaktoren für Kohlentiefbau zeigt eine große Bandbreite, wobei Deutschland sich im unteren Bereich, vergleichbar mit Tschechien, bewegt. Frankreich liegt deutlich höher, Polen deutlich niedriger, wobei beide Länder sich außerhalb der Default-Werte des UNFCCC befinden.

Vergleicht man die spezifischen Emissionsfaktoren des Kohlentagebaus untereinander, so zeigt sich, dass Polen, Frankreich (Förderung eingestellt 2002) und Deutschland vergleichbar niedrige und unter den Default-Werten liegende Emissionsfaktoren zugrunde legen. Dies ist dadurch zu begründen, dass die Kohlen aufgrund ihres Inkohlungsgrades und ihrer geologischen Vergangenheit nur sehr geringe Methangehalte aufweisen. Somit sind entsprechend niedrige Emissionsfaktoren anzusetzen. Der Vergleichswert für Tschechien liegt deutlich höher, da hier nicht wie in Deutschland von „Lignite“ mit geringem Inkohlungsgrad, sondern in hohem Anteil auch von „Sub-Bituminous Coal“ mit höherem Inkohlungsgrad und höherem Methaninhalt auszugehen ist.

3.3.1.1.5 **Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.1.a)**

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.3.1.1.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.1.a)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.3.1.2 Umwandlung von Kohle – Veredelung (1.B.1.b)**3.3.1.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.1.b)**

CRF 1.B.1.b										
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)		Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission				2009 - Anteil an der Gesamtemission			Trend
- / -										
Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	NO	CS	NO	NO	NO	NO	NO	CS	CS	CS
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung		CS								

Die Quellgruppe *Umwandlung von Kohle - Veredelung* ist keine Hauptquellgruppe.

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 (2010) und entsprechender Emissionsfaktoren.

Die Produktion von Braunkohlentiefemperaturkoks erfolgte ausschließlich in den Neuen Bundesländern und hat für das Inventar lediglich einen Bezug auf das Basisjahr. Nach 1992 wurde die Produktion eingestellt.

Berechnungsverfahren

Die Emissionen aus der Steinkohlenkoksproduktion sind nach dem Tier 2 Ansatz, analog der Gleichung des IPCC-Reference Manual für CH₄-Emissionen aus dem Kohlenbergbau, berechnet worden:

Emissionen [Gg CH₄] =

EF [m³ CH₄ /t] * AR_{Veredelungsprodukt} * Umrechnungsfaktor [Gg/10⁶m³]

Die Aktivitätsrate für Steinkohlenkoksproduktion wurde aus der STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT (2010) 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. Daten wurden fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

Bei der Betrachtung von Emissionsfaktoren ist der IPCC Konversionsfaktor von 0,67 Gg/10⁶m³ bei 20°C und 1 Atmosphäre (IPCC et al; 1997, 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:

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

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

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.3.1.2.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.1.b)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.3.1.3 Andere (1.B.1.c)

3.3.1.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.1.c)

CRF 1.B.1.c					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)		Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
Solid Fuels	- / t	CH ₄	0,15 %	0,01 %	-95,8 %

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOG	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	NO	CS	NO	NO	NO	NO	NO	CS	CS	CS
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung		CS								

Die Quellgruppe *Andere* ist für CH₄-Emissionen aus festen Brennstoffen eine Hauptquellgruppe nach dem Trend (siehe Tabelle 7). Aufgrund der seit 1990 stark fallenden Emissionen (-95,8 %) und des dadurch erreichten sehr geringen Emissionsniveaus (liegt 2009 bei 2,2 % des Beitrags der kleinsten im Levelverfahren identifizierten Hauptquellgruppe) hat die Nationale Koordinierungsstelle aus Gründen der Ressourcenpriorisierung entschieden, die für Hauptquellgruppen 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 267 Mio. m³ in 2009 gesteigert. Der Grund für die geringere Grubengasverwertung gegenüber dem Vorjahr liegt darin begründet, dass der Gaszustrom geringer ausfiel.

Nachfolgende Graphik verdeutlicht den Einfluss des Gesetzes auf die tatsächlichen Emissionen. Diese gehen seit dem Jahr 2000 deutlich zurück, was hauptsächlich auf die stetig steigende Verwertung des Grubengases aus dem stillgelegten Bergbau zurückzuführen ist. Die Verwertungsmenge aus dem aktiven Bergbau nimmt quantitativ ab, da in Folge von Stilllegungen zahlreicher Zechen weniger Grubengas in dem Bereich entsteht; qualitativ ist die Verwertungsmenge weiterhin sehr hoch.

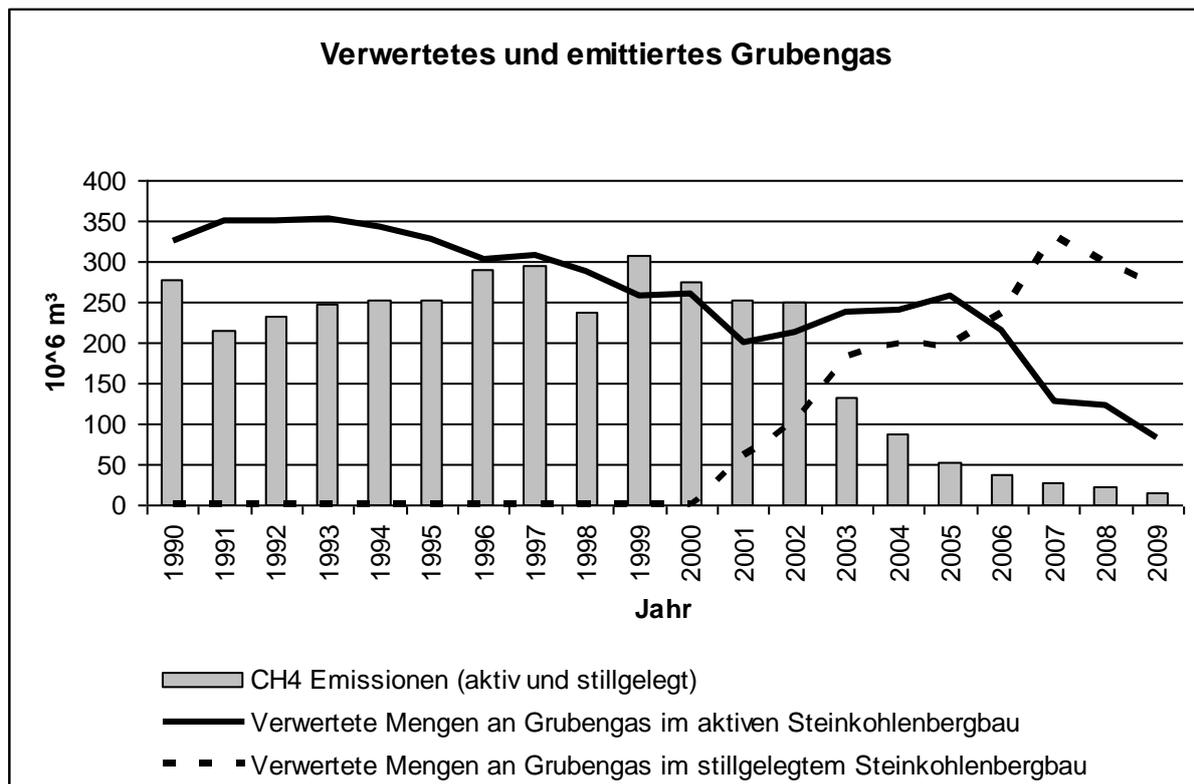


Abbildung 39: Gegenüberstellung von verwertetem und emittiertem CH₄ aus Grubengas

Die Menge des verwerteten Grubengases 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, 1997, 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 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.c)

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Die Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle. Daten wurden fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

Bei der Betrachtung von Emissionen ist der IPCC-Konversionsfaktor von $0,67 \text{ Gg}/10^6 \text{ m}^3$ bei 20°C und 1 Atmosphäre (IPCC-Reference Manual, 1996b: S. 1.108) gegenüber den in Deutschland als Einheit Normkubikmeter bei 1,01325 bar und 0°C (DIN 2004, DIN Nr. 1343) verwendeten Angaben zu beachten. Bei der Verwendung von in Deutschland publizierten Daten zu Emissionen ist davon auszugehen, dass es sich um Angaben in Normkubikmeter handelt.

Die Angaben in den IPCC-Guidelines beziehen sich auf 20°C und 1.013 mbar. Anhand der isobaren Proportionalität des Methans kann mit dem Faktor 1,07 von Nm^3 in m^3 umgerechnet werden.

3.3.1.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.1.c)

Rückrechnungen wurden auf der Grundlage aktualisierter Daten vom Gesamtverband Steinkohle (GVSt) vorgenommen. Seit 1998 erfolgt eine teilweise Verwertung des entstehenden Methans, die bis zum Jahr 2009 zu einer deutlichen Verringerung der Methanemissionen aus dem Bereich 1.B.1.c geführt hat.

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.

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

Über die Höhe der diffusen Methanemissionen aus stillgelegten Bergwerksteilen liegen wissenschaftliche Schätzungen vor. Fachleute gehen bisher von 300 Mio. m^3 aus, von denen rund 5 Mio. m^3 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.

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.

Zur quantitativen und qualitativen Verbesserung der Emissionsfaktoren in den Quellgruppen 1.B.2.a.i, 1.B.2.a.ii, 1.B.2.b.ii, 1.B.2.b.iv, 1.B.2.c.ii und 1.B.2.c.iii wurden im Forschungsprojekt von Müller-BBM²⁸ im Jahr 2009 (FKZ 360 16 012) Untersuchungen durchgeführt, die aufzeigen, dass eine zuvor angedachte Übernahme von Emissionsfaktoren anderer berichtender Länder „in keinem Fall empfohlen werden“ kann, da diese nicht auf die deutschen Verhältnisse anwendbar sind. Deshalb werden die Default-Werte aus den IPCC-Richtlinien herangezogen.

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

Neue Erkenntnisse im Bereich Lagerung von Mineralöl und Mineralölprodukten aus dem Forschungsvorhaben nach Müller-BBM (Teilvorhaben Lageranlagen, 2009b) haben zu Rückrechnungen im Bereich der CH₄- und NMVOC-Emissionen unter 1.B.2.a.vi geführt. Weiterhin wurden unter 1.B.2.a.v spezifischere Emissionsfaktoren für CH₄- und NMVOC im Bereich Umschlag von Ottokraftstoffen an Tankstellen zur Berechnung der Emissionen benutzt.

Im Bereich Abfackelung (1.B.2.c) werden mittels eines neuen CO₂-Emissionsfaktors auch Emissionen aus Fackeln in Raffinerien mit berücksichtigt.

Tabelle 69: Rückrechnungen für Kohlendioxid und Methan für die Quellgruppe 1.B.2

1.B.2 Öl und Erdgas	CO ₂ [Gg]		CH ₄ [Gg]	
	1990	2008	1990	2008
Submission 2010	1.442,53	1.465,42	363,80	343,65
Submission 2011	1.715,10	1.772,08	362,85	352,53
Differenz	+ 19 %	+ 21 %	0 %	+ 3 %

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

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.iii-vi vor. Die Ermittlung der noch fehlenden Emissionsfaktoren und Aktivitätsraten wird Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

²⁸ Müller-BBM (2009a) Inventarverbesserung 2008, Verbesserung und Ergänzung der aktuellen Inventardaten, IPCC-Kategorie (1996) 1.B.2 Diffuse Emissionen aus Erdöl und Erdgas, Bericht Nr. M 76 595/4, UBA FKZ 360 16 012, 136 S.

3.3.2.3 Öl (1.B.2.a)

CRF 1.B.2.a.i				
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
- / -				

3.3.2.3.1 Öl, Exploration (1.B.2.a.i)

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	D	D	NO	NO	NO	NO	NO	NO	CS	NO
EF Unsicherheiten in %	20	20								
Unsicherheitenverteilung	N	N								
Methode EF-Ermittlung										

Die Quellgruppe 1.B.2.a.i „Öl, Erkundung“ ist keine Hauptquellgruppe.

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 2009 wurden 17 erfolgreiche Bohrungen mit einer Gesamtbohrleistung von 66.201 m niedergebracht. (Jahresbericht des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V., WEG, 2010: Tabelle Bohrerfolgsbilanz S. 58) 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, 2010) werden auf Grundlage des Default-Faktors nach den IPCC-Guidelines (1996) 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)

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	D	D	NO	NO	NO	NO	NO	NO	CS	NO
EF Unsicherheiten in %	20	20								
Unsicherheitenverteilung	N	N								
Methode EF-Ermittlung										

Die Quellgruppe 1.B.2.a.ii "Öl, Förderung und Vorbehandlung" ist keine Hauptquellgruppe.

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 2009 nach Angaben des Jahresberichts des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung (WEG, 2010) 2,8 Mio. t.

Die Förderung von Erdöl in Deutschland ist wegen ihrer alten Lagerstätten sehr energieintensiv (Thermalförderung, Pumpenbetrieb zur Wassereinpressung in die Lagerstätte). Die im WEG-Jahresbericht 2009 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. Deshalb werden die Default-Emissionsfaktoren für CO₂ und CH₄ nach den IPCC-Guidelines (1996) verwendet.

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)

Für diese Quellgruppe werden aufgrund der Tatsache, dass der WEG keine Trennung der Emissionen nach Energieerzeugung und nach Förderung vornimmt, die Default-Emissionsfaktoren für CO₂ mit 0,313 kg/t (= 0,27 kg/m³, Umrechnungsfaktor 1,16 m³/t) und CH₄ mit 1,624 kg/t (= 1,4 kg/m³, Umrechnungsfaktor 1,16 m³/t) nach den IPCC-Guidelines von 1996 verwendet.

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 den Unsicherheiten der Default-Faktoren (IPCC GPG 2000; Kapitel 2.7.1.6).

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.

Die Analyse der Inventare anderer Länder (Müller-BBM, 2009a) hat ergeben, dass aufgrund fehlender Informationen und zu großer Unterschiede in den Werten der jeweiligen Kriterien weder ein Vergleich noch eine Übertragbarkeit möglich ist.

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

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

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)

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	D	D	NO	NO	NO	NO	NO	NO	CS	NO
EF Unsicherheiten in %	20	20								
Unsicherheitenverteilung	N	N								
Methode EF-Ermittlung										

Die Quellgruppe 1.B.2.a.iii "Öl, Weiterleitung" ist keine Hauptquellgruppe.

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 einschließlich der Anlagen zur Speicherung von Materialien, hier Rohöl und Mineralölzwischenprodukten, 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 1.861 km mit einem Durchsatz im Jahr 2009 von ca. 101 Mio. t Rohöl (MWV, 2010, 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 laut *STATISTISCHES BUNDESAMT* Fachserie 8, Reihe 4, Tabelle 2.1 in 2009 14.600 t Rohöl befördert.

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

Aufgrund fehlender landespezifischer Emissionsfaktoren im Bereich des Transportes von Öl per Pipeline werden die Default-Emissionsfaktoren nach den IPCC-Guidelines (1996) für den Tier-1-Ansatz verwendet:

EF CH₄ - 6,75 g/t

EF CO₂ - 0, 613 g/t

Der Emissionsfaktor für NMVOC wurde von Experten auf 60,75 g/t geschätzt.

Die Angaben zur Erfüllung der guten Inventarpraxis nach den Guidelines werden übergreifend bei 1.B.2 erläutert (siehe Kapitel 3.2.2.1 NIR 2008, S. 205 ff).

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

Die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren in der Quellgruppe entsprechen den Unsicherheiten der Default-Faktoren (IPCC GPG 2000; Kapitel 2.7.1.6).

3.3.2.3.3.4 Quellspezifische 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.

Die Analyse der Inventare anderer Länder (Müller-BBM, 2009a) hat ergeben, dass aufgrund fehlender Informationen und zu großer Unterschiede in den Werten der jeweiligen Kriterien weder ein Vergleich noch eine Übertragbarkeit möglich ist.

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

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.3.2.3.3.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (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)

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	-	CS	-	-	-	-	NO	NO	CS	CS
EF Unsicherheiten in %		50								
Unsicherheitenverteilung		N								
Methode EF-Ermittlung										

Die Quellgruppe 1.B.2.a.iv „Öl, Verarbeitung und Lagerung“ ist keine Hauptquellgruppe.

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. 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, 2009) verwendet werden.

Raffinerieferne Tanklager

Raffinerieferne Tanklager dienen insbesondere der Zwischenlagerung von Heizöl, Ottokraftstoffen sowie Diesel. Insgesamt betrug die Lagerkapazität der Mineralöltanklager im Jahr 2009 in Deutschland 41.660.456 m³ (BAFA, 2010).

Reinigung

Für Tankprüfungen und zu Reparaturzwecken werden Tanks geleert und gereinigt. Bei der Tankreinigung wird zwischen Rohöltanks und Produktentanks unterschieden. Die Rohöltankreinigung ist aufgrund der Sedimentabsetzungen wesentlich aufwendiger als bei Produktentanks. Diese enthalten keine sedimentierbaren Stoffe und werden deshalb nur bei Produktwechsel gereinigt.

Im Jahr 2000 wurden laut DGMK-Forschungsbericht 499-01 (2000) bei 30 bis 35 Rohöltankreinigungen 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 entstehenden SO₂-Emissionen werden berechnet als Produkt aus der Aktivitätsrate (Menge erzeugter Schwefel in den Raffinerien) und dem geschätzten Emissionsfaktor (IZT, 2003).

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 2009 ca. 118 Mio. t; MWV, 2010, 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

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.

Aus der Auswertung der Emissionserklärungen für Lageranlagen lassen sich laut Müller-BBM (Teilvorhaben Lageranlagen, 2009b) wegen des offensichtlich sehr unterschiedlichen Emissionsverhaltens der einzelnen Anlagen keine für Einzelanlagen repräsentative Emissionsfaktoren ableiten.

Es konnten jedoch aggregierte Emissionsfaktoren gebildet werden, indem für die jeweiligen Datenkollektive die Summen aller Emissionen auf die Summen aller Kapazitäten bezogen wurden.

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

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 50 % 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.

3.3.2.3.4.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.iv)

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

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 für das 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 Spannbreite 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. Weitere Ergebnisse zur Verifikation liegen noch nicht vor.

Die Emissionsfaktoren für NMVOC werden laut Müller-BBM zumindest in ihrer Größenordnung durch die Ergebnisse unabhängiger Herangehensweisen gestützt. So wurden im Rahmen einer Bottom-up-Analyse eines Raffinerietanklagers durch Müller-BBM ein Wert von 300 g/m³ und durch Messung an Mitteldestillattanks ein Wert von 200 g/m³ ermittelt.

3.3.2.3.4.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.iv)

Die bisher unter 1.B.2.a.vi berichteten Emissionen aus Lagerung sowie die neuen Erkenntnisse aus dem Forschungsvorhaben nach Müller-BBM (Teilvorhaben Lageranlagen, 2009b) haben zu Rückrechnungen im Bereich der CH₄- und NMVOC-Emissionen geführt.

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

3.3.2.3.4.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.a.iv)

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

3.3.2.3.5 Öl, Verteilung von Ölprodukten (1.B.2.a.v)

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	-	CS	-	-	-	-	NO	NO	CS	NO
EF Unsicherheiten in %		20								
Unsicherheitenverteilung		N								
Methode EF-Ermittlung										

Die Quellgruppe 1.B.2.a.v "Öl, Verteilung von Ölprodukten" ist keine Hauptquellgruppe.

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 Schiff, Rohrleitungen für Produkte, Eisenbahnkesselwagen und Tanklastwagen transportiert und zwischen den jeweiligen Tanks umgeschlagen. Der gesamte deutsche Inlandsabsatz an Mineralölprodukten belief sich im Jahr 2009 auf 109.590.000 t (MWV 2010, S.51). Der Inlandsabsatz von Ottokraftstoff betrug im Jahr 2009 nach dem MWV (ebd.) 20.233.000 t.

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 14.785 Tankstellen (MWV 2010), an denen im Jahr 2009 etwa 20,2 Mio. t Ottokraftstoff abgesetzt wurden.

Tabelle 70: Aktivitätsraten zur Berechnung der Emissionen unter 1.B.2.a.v

Aktivitätsraten	1990	2009	Veränderung
Tankstellenbestand	19.317	14.785	-23 %
Verteilung von Ottokraftstoff	31.257 kt	20.233 kt	-35 %

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 71: Emissionsfaktoren für Betankung und Umfüllen/Lagerung von Ottokraftstoffen

Emissionsfaktor (2009)	CH ₄	NMVOC
Betankung	0,2053 kg/t	1,848 kg/t
Umfüllen/Lagerung von Ottokraftstoffen	0,52 kg/t	4,68 kg/t

Der erfolgreiche Einsatz vorgeschriebener Minderungstechniken wie die Installation von Gaspandlungs- (20. BImSchV) und Gasrückführungssystemen (21. BImSchV) und der Einsatz von automatischen Überwachungseinheiten (mit der Novellierung der 21. BImSchV am 6.5.2002) führten zu einem stetigen Rückgang der VOC-Emissionen.

Die Emissionen stammen vor allem aus diffusen Emissionen beim Umschlag (Befüllen/Entladen) und Verlusten aus den Behältern (Tankatmung). Sie sind aufgeteilt nach den Regelungsbereichen der 20. BImSchV von ca. 86.000 Tonnen (1993) auf etwa 7.000

Tonnen (2009) und der 21. BImSchV von annähernd 60.000 Tonnen (1993) auf ca. 10.000 Tonnen (2009) gesunken.

3.3.2.3.5.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.v)

Verteilung

Derzeit umfasst das Inventar Emissionen zur Verteilung eines Mineralölprodukts (Ottokraftstoff).

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.

Der CH₄-Emissionsfaktor von 0,105 kg/t sowie von NMVOC mit 1,050 kg/t wurde aus einem VOC-Emissionsfaktor abgeleitet (der Emissionsfaktor CH₄ entspricht 10 % des Emissionsfaktors für VOC) und kontinuierlich aufgrund der Fortentwicklung des Standes der Emissionsminderungstechnik fortgeschrieben.

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 Tanklastwagen – 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).

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 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.v)

Spezifischere Emissionsfaktoren für CH₄- und NMVOC im Bereich Umschlag von Ottokraftstoffen an Tankstellen 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.

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

Die Aktualisierung der Daten zur Reinigung von Eisenbahnkesselwagen (UBA 2004b) und die Ermittlung von Daten zu anderen Reinigungsbereichen wie Schiffe und Tanklastwagen werden Gegenstand eines Forschungsprojektes sein.

3.3.2.3.6 Öl, Sonstige (1.B.2.a.vi)

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	-	IE	-	-	-	-	NO	NO	CS	NO
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung										

Die Quellgruppe 1.B.2.a.vi "Öl, Sonstige" ist keine Hauptquellgruppe.

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 *Quellenspezifische 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 *G 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					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)		Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
Natural Gas	l / t / T2	CH ₄	0,56 %	0,74 %	+1,9 %

Die Quellgruppe 1.B.2.b „Erdgas“ ist für CH₄-Emissionen aus Erdgas eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe und dem Trend.

3.3.2.4.1 Gas, Exploration; Erkundung von Gas (1.B.2.b.i)

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	IE	IE	-	-	-	-	NO	NO	IE	NO
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung										

Die Quellgruppe 1.B.2.b.i „Gas, Erkundung von Gas“ ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.b „Erdgas“ eine Hauptquellgruppe für CH₄ nach der Emissionshöhe und dem Trend.

3.3.2.4.1.1 *Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.i)*

Die Quellgruppe 1.B.2.b.i wird zusammen mit der Quellgruppe 1.B.2.a.i (Exploration, Erdöl) behandelt. Dementsprechend sind die zusammengefassten nicht unterteilten Daten von 1.B.2.b.i in der Quellgruppe 1.B.2.a.i enthalten.

3.3.2.4.1.2 *Methodische Aspekte (1.B.2.b.i)*

Die Herangehensweise in den Berechnungsverfahren entspricht denen der Quellgruppe 1.B.2.a.i.

3.3.2.4.1.3 *Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.i)*

Zur Erläuterung der Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz 1.B.2.a.i.

3.3.2.4.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.i)

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

Zur Erläuterung der quellspezifischen Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung siehe 1.B.2.a.i.

3.3.2.4.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.i)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.3.2.4.1.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (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)

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	-	-	-	-	NO	CS	CS	CS
EF Unsicherheiten in %	20	20								
Unsicherheitenverteilung	N	N								
Methode EF-Ermittlung	CS	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 Hauptquellgruppe 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 2009 wurden in Deutschland 14,5 Mrd. m³ Erdgas gefördert (WEG 2010, S. 44, Erdgasförderung), davon sind 40 % Sauergas. In Deutschland findet die Vorbehandlung in Anlagen auf der Förderstation statt. Emissionen vom Anfang einer Vorbehandlung bis zum Abschluss der Verarbeitung können aus verschiedenen Anlagen stammen.

Anlagen zur Vorbehandlung (Aufbereitung)

Aus der Tiefe kommendes Erdgas wird über Tage zunächst in Trocknungsanlagen behandelt. Diese scheiden mitgefördertes Lagerstättenwasser, flüssige Kohlenwasserstoffe und Feststoffe ab. Der noch verbliebene Wasserdampf wird dem Gas unter Verwendung von Glykol entzogen (WEG 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

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

transportiert, wo ihm in chemisch-physikalischen Waschprozessen der Schwefelwasserstoff entzogen wird.

Das Erdgas verlässt die Aufbereitungsanlagen in verbrauchsfähiger Qualität. Der Schwefelwasserstoff wird in elementarem 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, 2010, S. 51).

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 kontinuierlich fortgeschrieben.

Für die Ermittlung der Methanemissionen in Erdgasaufbereitungsanlagen wird der Emissionsfaktor von 62 kg/TJ verwendet. In den IPCC-Guidelines (1996b) wird ein Default-Wert für den Emissionsfaktor von 58 bis 111 kg/TJ angegeben (vgl. auch SCHNEIDER-FRESENIUS et al., 1989), welcher jedoch für die gesamte Quellgruppe gilt. Ein Vergleich mit den aufaddierten und mittels des unteren Heizwertes von Erdgas (31,7 MJ/Nm³) umgerechneten deutschen Emissionsfaktoren ergibt eine gute Übereinstimmung. Die länderspezifische Ermittlung ergab einen Gesamt-Emissionsfaktor, der im unteren Bereich der Spannbreite des IPCC-Default-Wertes liegt.

Für die Ermittlung der CO₂- und CH₄-Emissionen aus der Erdgasförderung werden die Default-Emissionsfaktoren für CH₄ von 2,6 kg/m³ und für CO₂ von 0,095 kg/m³ verwendet.

Die Emissionsfaktoren des WEG (vgl. NIR 2009: Kapitel 3.2.2.3.2., Tabelle 42) erscheinen ungeeignet, weil sie die kompletten Prozesse (Energiegewinnung, Förderung usw.) beinhalten.

Sauergas

Zur Berechnung der CO₂- und CH₄-Emissionen aus der Sauergasaufbereitung wird ein Splitfaktor bezogen auf die Aktivitätsrate (gesamte Erdgasförderung =14,5 Mrd. m³) von 0,4 verwendet. Die Angaben basieren auf dem WEG-Bericht zur Sauergasbehandlung (WEG, 2008b).

Der verwendete CO₂-Emissionsfaktor für die Sauergasaufbereitung mit einem Wert von 0,23 t/Tsd.m³ ist gemittelt aus den Emissionsfaktoren von Österreich.

3.3.2.4.2.3 *Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.ii)*

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.).

3.3.2.4.2.4 *Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.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.

3.3.2.4.2.5 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.

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)

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	-	CS	-	-	-	-	NO	CS	NO	NO
EF Unsicherheiten in %		20								
Unsicherheitenverteilung		N								
Methode EF-Ermittlung		CS								

Die Quellgruppe 1.B.2.b.iii „Gas, Weiterleitung“ ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.b „Erdgas“ eine Hauptquellgruppe 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 gefördert 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. Zu Beginn des Jahres 2000 verfügten die in Deutschland bestehenden Untertagegasspeicher über ein Arbeitsgasvolumen von über 16 Mrd. m³. Ein weiterer Ausbau ist im Gange (vgl. WEG, 2000: S. 18).

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)*

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

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

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

3.3.2.4.3.6 *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)

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	-	CS	-	-	-	-	NO	CS	NO	NO
EF Unsicherheiten in %		20								
Unsicherheitenverteilung		N								
Methode EF-Ermittlung		CS								

Die Quellgruppe 1.B.2.b.iv „Gas, Verteilung“ ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.b „Erdgas“ eine Hauptquellgruppe 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 gesteigener Gasdurchleitungen und eines gegenüber 1990 um über 80 % 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). Wesentliche Rahmendaten hierzu sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 72: Gasverteilungsnetz (1.B.2.b.iii und 1.B.2.b.iv) und verursachte Methanemissionen

Parameter	1990	1995	2000	2005	2009
Gesamtlänge Leitungsnetz [km]	245.852	320.878	369.390	411.954	447.039
Methangesamtemission [t]	199.567	204.309	192.281	190.904	191.620
Implizierter Emissionsfaktor [kg/km]	811,7	636,7	520,5	463,4	428,6
Änderung des Emissionsfaktors zum Basisjahr	0 %	22 %	36 %	43 %	47 %

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 Straßentankwagen 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 73: Struktur des Gasverteilungsnetzes

Verteilungsnetz		Länge des Verteilungsnetzes		
Druckstufe	Material	1990 [km]	2009 [km]	Änderung [%]
Niederdruck	Grauguss	17.260	1.214	-93
	Kunststoff	23.894	41.731	+74
	Stahl und Duktilguss	119.761	162.445	+36
Mitteldruck	Kunststoff	43.307	174.182	+402
	Stahl und Duktilguss	41.622	67.468	+62
Insgesamt		245.844	447.039	+81

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 (kleinen Tanks, Flaschen) erfolgt über Anlagen zur Abfüllung von Gas. Die befüllten Tanks werden per Binnengüterschiff, Eisenbahnkesselwagen und Straßentankwagen befördert. Gas in Behältern (Flaschen) wird ebenfalls von den 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 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.iv)

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

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

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

3.3.2.4.4.6 *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)**

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	-	CS	-	-	-	-	NO	CS	NO	NO
EF Unsicherheiten in %		20								
Unsicherheitenverteilung		N								
Methode EF-Ermittlung										

Die Quellgruppe 1.B.2.b.v „Gas, Sonstige Leckagen“ ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.b „Erdgas“ eine Hauptquellgruppe 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 2005a: Group 5: Extraction & distribution of fossil fuels and geothermal energy).

Die Bestimmung von CO₂ erfolgt nicht, auch wenn die CRF-Reporter Software bzw. das CRF diesen Schadstoff ausweisen, da die Guidelines diesen Schadstoff nicht für diese Quellgruppe aufführen.

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.

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 Aktivitätsraten basieren auf den Ergebnissen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen. Die Emissionsfaktoren sind landesspezifisch.

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 des WEG und der nationalen Experten und liegen in der angegebenen Spanne relevanter Default-Emissionsfaktoren (IPCC GPG 2000, Kapitel 2.7.1.6.).

3.3.2.4.5.4 *Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.v)*

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

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

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

3.3.2.4.5.6 *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.i				
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
- / -				

Die Quellgruppe 1.B.2.c „Abfackelung und Entlüftung“ ist keine Hauptquellgruppe.

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)**

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	-	-	-	D	D	D	CS	D
EF Unsicherheiten in %						25				
Unsicherheitenverteilung						N				
Methode EF-Ermittlung										

Die Quellgruppe 1.B.2.c.i „Abfackelung und Entlüftung von Öl“ ist keine Hauptquellgruppe.

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. Die Emissionen 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 20 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 *Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.c.i)*

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

Zur Erläuterung der quellenspezifischen Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung siehe 1.B.2.

3.3.2.4.7.5 *Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.c.i)*

Aufgrund neuer Emissionsfaktoren für die Abfackelung in Raffinerien wurden Rückrechnungen für Kohlendioxid, NMVOC und Methan vorgenommen. Nach Anmerkungen des Expert Review Teams (ERT) während des In-Country Reviews 2010 wurden Rückrechnungen für Lachgasemissionen mit Hilfe des Emissionsfaktors aus den IPCC Good Practice Guidance 2000 (Tabelle 2.16) vorgenommen (siehe Kapitel 10.5.2.2).

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

3.3.2.4.7.6 *Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (1.B.2.c.i)*

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

3.3.2.4.8 *Abfackelung und Entlüftung von Gas (1.B.2.c.ii)*

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	D	D	-	-	-	D	-	-	CS	D
EF Unsicherheiten in %	25	25				25				
Unsicherheitenverteilung	N	N				N				
Methode EF-Ermittlung										

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 Hauptquellgruppe.

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 14.679 Tsd. m³ abgefackeltes Erdgas (WEG 2010, S. 49) und einem Emissionsfaktor von 0,140 kg/ 1000 m³, welcher einen durchschnittlichen H₂S-Gehalt von 5 Vol. % berücksichtigt.

Die Emissionen von CO, CO₂, CH₄ und NMVOC werden mit Hilfe der Default-Faktoren aus den IPCC-GPG (2000) und den „EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook — 2009“ ermittelt.

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 *Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.c.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 Qualitätskontrolle wurden bei der Ermittlung und Dokumentation der Emissionen berücksichtigt.

Zur Erläuterung der quellenspezifischen Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung siehe 1.B.2.

3.3.2.4.8.5 *Quellenspezifische 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, quellenspezifisch (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 Hauptquellgruppe.

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.

Im Jahr 2009 erzeugten in Deutschland vier geothermische Kraftwerke Strom:

- Kraftwerk in Landau (RLP), Stromerzeugung seit Herbst 2007,
- Heizkraftwerk in Unterhaching (BAY), Probebetrieb Stromerzeugung im Juni und Juli 2009,
- Heizkraftwerk in Bruchsal (BW), Aufnahme Stromerzeugung im Dezember 2009,
- Heizkraftwerk Neustadt-Glewe, Stromerzeugung seit 2004.

Eine Vielzahl neuer Heizkraftwerke sind in Planung oder im Bau.

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 Geothermieanlagen, größtenteils Antriebsenergie für Pumpen, wurde im Jahr 2009 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.

4 INDUSTRIEPROZESSE (CRF SEKTOR 2)

4.1 Übersicht (CRF Sektor 2)

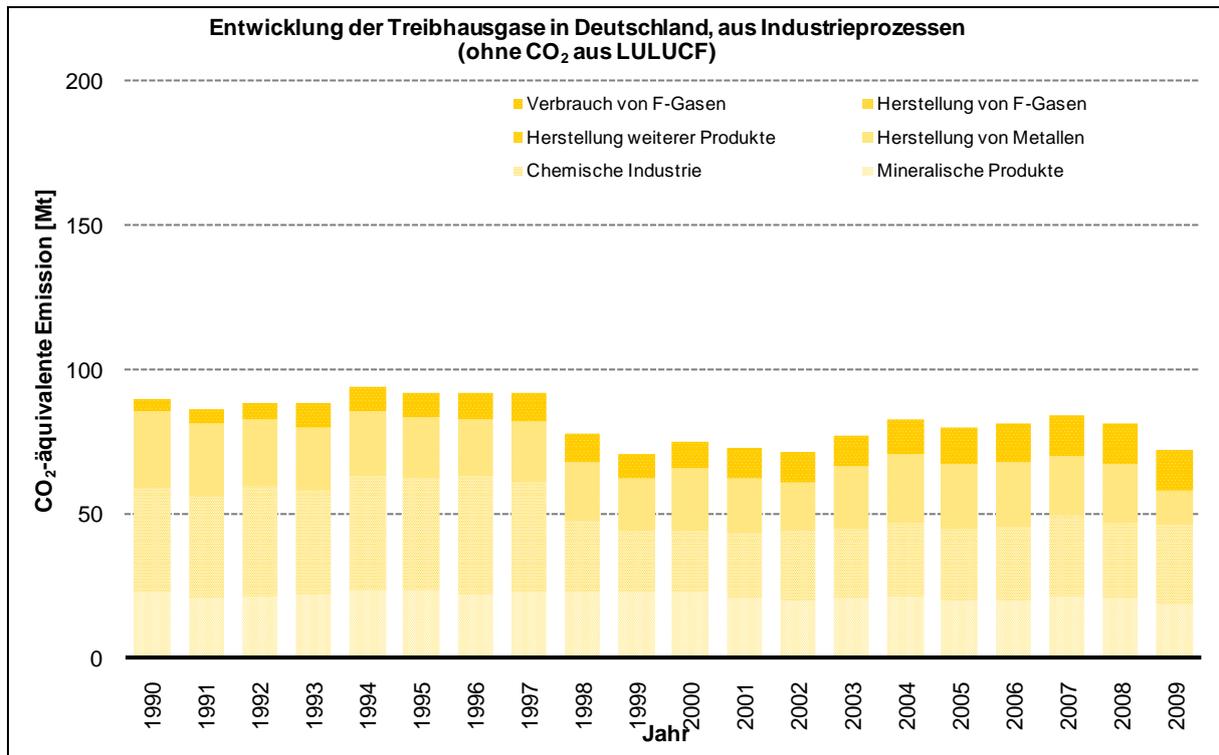


Abbildung 40: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 2

4.2 Mineralische Produkte (2.A)

Die Quellgruppe 2.A Mineralische Produkte ist unterteilt in die Unterpunkte 2.A.1 bis 2.A.7. Dazu gehören:

- die Zementproduktion (2.A.1),
- das Kalkbrennen (2.A.2),
- die Verwendung von Kalkstein und Dolomit (2.A.3),
- die Sodaproduktion (2.A.4),
- die Verwendung von Bitumen zur Dachdeckung (2.A.5),
- die Straßenasphaltierung (2.A.6) und
- in Andere (2.A.7) die Glasherstellung und die Keramikproduktion.

4.2.1 Mineralische Produkte: Zement (2.A.1)**4.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.1)**

CRF 2.A.1					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)		Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009- Anteil an der Gesamtemission	Trend
Zementproduktion	l / t	CO ₂	1,24 %	1,31 %	-18,7 %

Schadstoff	CO₂	CH₄	HFC	PFC	SF₆	N₂O	NO_x	CO	NMVOG	SO₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	NO	NO	NO	NO	NO	CS	NO	CS	CS
EF Unsicherheiten in %	± 2	--	--	--	--	--				
Unsicherheitenverteilung	N	--	--	--	--	--				
Methode EF-Ermittlung	CS	--	--	--	--	--				

Die Quellgruppe *Zement* ist für CO₂-Emissionen eine Hauptquellgruppe 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, 2010) betrug die Klinkerproduktion im Jahr 2009 23.232 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 12.313 kt CO₂ im Jahr 2009.

³¹ Vorläufiger Wert (gerundet).

Tabelle 74: 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

Quelle: BdZ 1995 (bis 1994), VDZ, 2010 (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 74 sind die Aktivitätsdaten für Zementklinker und Zement und die aus der Klinkerproduktion ermittelten rohstoffbedingten CO₂-Emissionen für die Jahre 1990 bis 2009 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 (s.a. 4.2.1.6).

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 Metalloxidgehalt 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 74 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, siehe auch Kapitel 4.2.1.6.

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 des in Kapitel 4.2.1.6 genannten Vorhabens bestätigt.

4.2.1.4 Quellenspezifische 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)

Der VDZ hat im Auftrag des Umweltbundesamtes ein Projekt „Emissionsfaktoren für die Zementindustrie“³² durchgeführt. Im Rahmen dieses Vorhabens wurde der für die Berechnung der rohstoffbedingten CO₂-Emissionen verwendete Emissionsfaktor auf Basis von Daten des Jahres 2006 bestätigt. Die Emissionen der Zementindustrie werden nach aktuellem Stand repräsentativ abgebildet.

4.2.2 Mineralische Produkte: Kalk (2.A.2)**4.2.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.2)**

CRF 2.A.2										
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend						
Kalk Produktion	I / -	CO ₂	0,51 %	0,48 %	-26,5 %					
Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	D	NO	NO	NO	NO	NO	CS	NO	CS	CS
EF Unsicherheiten in %	+5/- 12 ³³	--	--	--	--	--				
Unsicherheitenverteilung	L	--	--	--	--	--				
Methode EF-Ermittlung	CS	--	--	--	--	--				

Die Quellgruppe *Kalk* ist für CO₂-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe.

Die Aussagen zur Quellgruppe 2.A.2 beziehen sich ausschließlich auf die in deutschen Kalkwerken produzierten Branntkalk- und Dolomitmengungen. 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 vergleichsweise gering. Gegenüber dem Vorjahr ist die Produktion im Jahr 2009 aus konjunkturellen Gründen allerdings um etwa 20 % gesunken.

³² Der vollständige Titel lautet: „Bereitstellung einer qualitätsgesicherten Datengrundlage für die Emissionsberichterstattung zur Umsetzung internationalen Luftreinhalte- und Klimaschutzvereinbarungen für ausgewählte Industriebranchen – Teilvorhaben 03: Zementindustrie“

³³ Gewichtete Unsicherheit für die Bereiche Kalk und Dolomit (Einzelunsicherheiten siehe ZSE)

Tabelle 75: Produktion und CO₂-Emissionen der deutschen Kalkindustrie

Jahr	Kalk		Dolomitkalk	
	Produktion	CO ₂ -Emissionen	Produktion	CO ₂ -Emissionen
	[t]	[Mio. t]	[t]	[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

kursiv: Werte vorläufig

Quelle: Eigene Hochrechnung auf Basis von BV KALK, 2010

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 zwischen 2008 und 2009 um mehr als 26 %).

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) und bewahrt die Vergleichbarkeit mit anderen Berichtspflichten (z.B. Emissionshandel).

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 seit diesem Jahr 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 Quellenspezifische 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 geschätzten Emissionen und erhobenen Produktionsmengen wurden mit Erkenntnissen aus dem Emissionshandel und mit den Daten aus der nationalen Statistik verglichen. Die verwendeten Emissionsfaktoren wurden mit den IPCC-Default-Faktoren verglichen. Beide Prüfungen haben die verwendete Methode und die landesspezifischen Emissionsfaktoren bestätigt.

4.2.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.2)

Rückrechnungen zwischen der Resubmission 2010 und der diesjährigen Berichterstattung sind nicht erforderlich. Rückrechnungen aufgrund des In-Country-Reviews 2010 finden sich im Kapitel 10.5.2.5.

4.2.2.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.A.2)

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.

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										
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)	Schadstoff (HQG)		1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend					
- / -	CO ₂		IE	IE	-					
Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	IE	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
EF Unsicherheiten in %	--	--	--	--	--	--				
Unsicherheitenverteilung	--	--	--	--	--	--				
Methode EF-Ermittlung	--	--	--	--	--	--				

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.

Im Rahmen eines Forschungsprojekts „Kalksteinbilanz“ wurden systematisch die gesamte Verwendung von Kalkstein und Dolomit bilanziert (s. Tabelle 76), geeignete, jährlich verfügbare Datenquellen für die Berichterstattung ausgewählt und die Berechnungen in das nationale Berichterstattungssystem eingebaut. In dieser Quellgruppe werden die gesamte Produktion und Verwendung von Kalkstein und Dolomit bilanziell betrachtet und Abgleiche mit den Quellgruppen des Inventars vorgenommen. 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 76: 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
Glasherstellung	0,700	0,890	0,970	0,902	2.A.7
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	5.G
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

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)

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.

Die Bilanzberechnung soll nur der Übersicht des Kalksteineinsatzes dienen, also nur für Verifizierungen der Aktivitätsdatenbasis anderer Quellgruppen. Die Emissionsberechnungen erfolgen in den Quellgruppen, in denen Kalkstein eingesetzt wird.

4.2.3.2 Methodische Aspekte (2.A.3)

Die Bilanz aller Kalksteinverwendungen weist Quellgruppen aus, in denen aus der Kalksteinverwendung CO₂-Emissionen 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 Glasherstellung (Kalksteinanteil in den Rohstoffen)
- 2.A.7 Keramik – Ziegelproduktion (Kalksteinanteil in den Rohstoffen)
- 2.C.1 Eisen- und Stahlherstellung (Kalksteinzugabe für Roheisen und Sinter)

- 5.B Land- und forstwirtschaftliche Bodenkalkung

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 Zuckerherstellung³⁴. 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 neben den emissionsverursachenden Porosierungsmitteln berücksichtigt. Bei der Glasindustrie wird ebenfalls quellgruppenspezifisch unter 2.A.7 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 3.2.6, 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 notwendig³⁵.

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 Angaben in Verbindung mit den resultierenden Emissionen kaum transparent abgezogen werden können.

³⁴ 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.

³⁵ Es gibt weiterhin eine separate Position „2A4 Other Process Uses of Carbonates“, die aber aus Sicht der deutschen Emissionsinventare keine Anwendung finden würde.

Tabelle 77: 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“)

Angaben in Mio. Tonnen im Jahre 2008				
Bilanzposten (Kalksteinverwendung mit CO ₂ -Emissionen)	CO ₂	2.A.3 ³⁶	aus Kennzahlen	statistisch
1.A.1.a Rauchgasentschwefelung (REA) in GFA	x	x	2,303	1,745
2.A.7 Glasherstellung (Summe)	x	x	0,902	0,356
2.A.7 Keramikerstellung (Externe "Nebenbilanz")	x	x	0,751	0,000
2.C.1 Eisen- und Stahlherstellung	x	x	5,331	3,437
CO₂-Emissionen aus Kalkstein (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 Hauptquellgruppenbestimmung. Die quellgruppenspezifisch berechneten Emissionen sind aber Teil der genannten Quellgruppen und dort bereits bei der Hauptquellgruppenbestimmung erfasst³⁷.

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.

In der Inventarüberprüfung 2010 wurde intensiv über die Allokation der Kalksteinverwendungen diskutiert, ohne dass daraus Inventaränderungen (adjustments) abgeleitet wurden.

4.2.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.3)

Die Rekalkulationen sind in den Quellgruppen erläutert, in denen der Kalksteineinsatz relevant ist. Für diese Berichterstattung erfolgten geringfügige Rekalkulationen im Bereich der Rauchgasentschwefelung (Kapitel 19.1.2.3) und bei der Bodenkalkung (Kapitel 7.3.7).

³⁶ IPCC 1996

³⁷ Dabei sind die Kalksteinverwendung unter 1.A.1.a und unter 2.C.1 Teil ermittelter Hauptquellgruppen nach Tier 1.

4.2.3.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (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				
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
- / -				

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	NO / D	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
EF Unsicherheiten in %	+2%/- 2%									
Unsicherheitenverteilung	N									
Methode EF-Ermittlung	CS									

Die Quellgruppe *Soda* ist keine Hauptquellgruppe.

Soda wird in Deutschland nur auf chemischem Weg hergestellt. Es gibt 3 Produktionsanlagen, die alle den Solvay-Prozess³⁸ einsetzen. Bezüglich des eingesetzten Calciumkarbonats 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.

Emissionen, die sich nur aus der Nutzung von Soda ergeben, stehen in einem festen Verhältnis zu den berechneten Verwendungsmengen (siehe methodische Aspekte im Folgenden):

³⁸ Ammoniak-Soda-Verfahren nach Ernst Solvay

Tabelle 78: Aktivitätsraten und nutzungsbedingte CO₂-Emissionen seit 1990

Jahr	Aktivitätsrate [t]	CO ₂ -Emissionen [t]
1990	914.216	379.400
1991	696.118	288.889
1992	515.347	213.869
1993	494.172	205.081
1994	547.558	227.237
1995	480.997	199.614
1996	474.395	196.874
1997	529.520	219.751
1998	585.793	243.104
1999	534.029	221.622
2000	555.898	230.698
2001	620.243	257.401
2002	565.614	234.730
2003	640.334	265.739
2004	613.591	254.640
2005	632.114	262.327
2006	612.501	254.188
2007	636.873	264.302
2008	626.439	379.400
2009	541.774	224.836

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, 2010a). Die Emissionen aus der Verwendung von Soda in der Glasindustrie werden bereits unter der Quellgruppe 2.A.7 (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 Quellenspezifische 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 durchgeführt.

Momentan lässt sich die Berechnungsmethode zu den verwendeten Sodamengen nicht verifizieren. Sie stellt aber als konservative Schätzung keinesfalls eine Unterschätzung des Inventars dar.

4.2.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.4)

Rückrechnungen zwischen der Resubmission 2010 und der diesjährigen Berichterstattung sind nicht erforderlich. Rückrechnungen aufgrund des In-Country-Reviews 2010 finden sich im Kapitel 10.5.2.6.

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

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

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

CRF 2.A.5				
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
- / -				

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	CS	NO
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung										

Die Quellgruppe *Verwendung von Bitumen zur Dachdeckung* weist nach derzeitigem Kenntnisstand keine Emissionen an Treibhausgasen auf und ist somit keine Hauptquellgruppe.

4.2.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.5)

Die Verwendung von Bitumen umfasst die Herstellung und Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen.

Die Verwendung von Bitumen umfasst die Herstellung und Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen.

Im Jahr 2009 wurden in Deutschland ca. 169 Mio. m² Dach- und Dichtungsbahnen produziert und ca. 142 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 haben nur eine untergeordnete Emissionsrelevanz.

4.2.5.2 Methodische Aspekte (2.A.5)

Die Produktionsmenge und Anwendungsmenge (**Aktivitätsrate**) an Dach- und Dichtungsbahnen stammen seit dem Abschluss einer Kooperationsvereinbarung vom Verband der Dachbahnenindustrie (VDD, 2010). 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 79: Herstellung und Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen mit Bitumen und dazugehörige AR und EF

	Produzierte oder verarbeitete Fläche in 2009 [Mio. m ²]	EF/ IEF [kg/ m ²]
Herstellung von Dach- und Dichtungsbahnen mit Bitumen	169	NMVOC 0,00035795
Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen mit Bitumen	142	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)

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Die Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle. Daten Die Qualitätssicherung ist auf Basis aktualisierter Verbandsdaten durch die Nationale Koordinierungsstelle erfolgt.

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)

Die Ergänzung fehlender Emissionsfaktoren für die Anwendung einer Bahnenart führt zu geringen Rekalkulationen mit höheren Emissionen für die gesamte Zeitreihe.

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				
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
- / -				

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	CS	IE	CS	CS
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung										

Die Quellgruppe Straßenasphaltierung weist nach derzeitigem Kenntnisstand keine Emissionen an Treibhausgasen auf und ist somit keine Hauptquellgruppe.

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 2009 wurden in Deutschland ca. 55 Mio. t Asphalt (DAV, 2010) in ca. 700 Asphaltmischanlagen produziert. Das Produkt wird vornehmlich im Straßenbau eingesetzt und steht in direkter Konkurrenz zu Beton. Nach einem deutlichen Anstieg der Produktion im Jahr 1991 nahm die produzierte Menge seit 2000 wieder ab und stieg auf Grund von Konjunkturprogrammen in 2009 geringfügig.

Die Emissionsentwicklung wird hauptsächlich von der Entwicklung der Produktionsmenge bestimmt.

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 80: 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 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.6)

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 länderspezifischen Emissionsfaktoren unterliegen einer Evaluierung in einem Forschungsprojekt.

4.2.6.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.6)

Es waren keine quellenspezifischen Rückrechnungen notwendig.

4.2.6.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (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 Glas)

CRF 2.A.7 Glas				
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
- / -				

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOG	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	NO	NO	NO	NO	NO	CS	NO	CS	CS
EF Unsicherheiten in %	+/- 10									
Unsicherheitenverteilung	N									
Methode EF-Ermittlung	CS									

Die Quellgruppe *Mineralische Produkte: Glas* ist keine Hauptquellgruppe.

4.2.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.7 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. 56 % der Gesamtglasproduktion 2009) und Flachglas (ca. 26 % der Gesamtglasproduktion 2009) erreicht, die zusammen 82 % der Gesamtglasproduktion ausmachen (BV Glas, 2010).

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 Eigenscherven) 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 81: 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	7.559.000	759.347	0,101
2008	7.514.000	753.713	0,100
2009	6.748.600	690.155	0,101

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 Glas)

Die zurzeit gültige *IPCC Good Practice Guidance* (2000) enthält keine Vorschläge oder Hinweise zur Berechnung der prozessbedingten CO₂-Emissionen für die Glasindustrie. In Anlehnung an die allgemeinen Hinweise der *IPCC Good Practice Guidance* musste daher eine eigene Methodik entwickelt werden. Eine ausführliche Methodendiskussion enthält der NIR 2007 (Kapitel 4.1.7.2, Seite 251ff).

Für die Berechnung der CO₂-Emissionen (wesentlicher Schadstoff) kommt eine Tier-2-Methode zur Anwendung, weil die Aktivitätsraten mit spezifischen Emissionsfaktoren gekoppelt werden (entsprechend Karbonatgehalten). Es werden die folgenden Karbonate als hauptsächliche Quelle für die CO₂-Bildung während des Schmelzvorgangs betrachtet: Kalziumkarbonat (CaCO₃), Soda/Natriumkarbonat (Na₂CO₃), Magnesiumkarbonat (MgCO₃) und Bariumkarbonat (BaCO₃). Hier werden die CO₂-Emissionen berichtet, Hinweise zu den Rohstoffeinsatzmengen sind für Kalkstein unter 2.A.3 (siehe 4.2.3) und für Soda unter 2.A.4 (siehe 4.2.4) zu finden.

Die Produktionszahlen (**Aktivitätsraten**) werden den regelmäßig erscheinenden Jahresberichten des Bundesverbandes Glasindustrie entnommen (BV Glas, 2010). 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 2009 wurden folgende Aktivitätsraten ermittelt:

Tabelle 82: Glas: Aktivitätsraten der einzelnen Branchensektoren (Glassorten)

Branchensektor	Aktivitätsrate 2009 [1.000 t]
Behälterglas	3778,9
Flachglas	1734,7
Spezialglas	321,3
Wirtschaftsglas	240,6
Glasfasern und -wolle	237,7
Steinwolle	435,4

Quelle: BV Glas, 2010

Es werden folgende branchenspezifische Scherbenanteile angenommen:

Tabelle 83: 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-DVWK-Merkblatt 374 (ATV, 2004).

Die Vorgehensweise bei der Ermittlung der **Emissionsfaktoren** für die einzelnen Glasoxide und der Emissionen ist detailliert im NIR 2007 (Kapitel 4.1.7.2, S. 251ff) beschrieben.

Für die Branchensektoren wurden folgende Emissionsfaktoren errechnet, die bei wechselndem Scherbeneinsatz jährlich schwanken (Spannenangabe):

Tabelle 84: CO₂-Emissionsfaktoren für verschiedene Glassorten (berechnet im Vergleich mit Angaben des CORINAIR-Handbuchs)

Glassorte	berechneter Emissionsfaktor [kg CO ₂ / t geschmolzenes Glas] - stöchiometrisch/ inkl. Scherbeneinsatz-	Default-Emissionsfaktoren [kg CO ₂ / t geschmolzenes Glas] - laut CORINAIR -
Behälterglas	193 / 49 - 86	171 - 229
Flachglas	208 / 135	210
Wirtschaftsglas	120 / 96	-
Spezialglas	113 / 79	0 - 178
Glasfasern	198 / 119	0 - 470
Steinwolle	299 / 179	238 - 527
unspezifiziert	174 / 139	-

4.2.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.7 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 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.7 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. Da dieses Ergebnis für die tendenziell unvollständig im ETS abgebildete Branche nicht plausibel ist, wird eine Ursachensuche notwendig sein.

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 Glas)).

4.2.7.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.7 Glas)

Es wurden keine quellspezifischen Rückrechnungen durchgeführt.

4.2.7.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.7 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 Keramik)

CRF 2.A.7 Keramik				
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
- / -				

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	NO	NO	NO	NO	NO	CS	NO	CS	CS
EF Unsicherheiten in %	+/-30									
Unsicherheitenverteilung	N									
Methode EF-Ermittlung	CS									

Die Quellgruppe *Mineralische Produkte: Keramik* ist keine Hauptquellgruppe.

4.2.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.7 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 Emissionen der gesamten keramischen Industrie an NEC-Schadstoffen und Staub 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 85: 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
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
	[kT]										
Keramische Erzeugnisse	21199	18003	16500	16443	16796	14643	16019	16035	13867	12866	
davon:											
Mauerziegel	15383	12771	11686	11631	11697	9881	10883	10885	9302	9058	
Dachziegel	2924	2642	2381	2383	2601	2485	2648	2618	2254	1919	
Prozessbedingte CO ₂ -Emissionen											
Mauerziegel	448	372	340	338	340	288	316	317	271	264	
Dachziegel	84	76	68	68	74	71	76	75	64	55	
Gesamt	531	447	408	407	415	359	392	392	335	319	

4.2.8.2 Methodische Aspekte (2.A.7 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 Hauptquellgruppe ist.

Aktivitätsdaten

Die tatsächliche Produktionsentwicklung der Ziegelindustrie als Massenangabe ist mit der amtlichen Statistik nur eingeschränkt ermittelbar, da diese die Herstellung von Mauerziegeln und Blähtonprodukten in Kubikmetern, Fliesen in Quadratmetern 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 85 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 Keramik)

Die Unsicherheit der drei Aktivitätsraten wird wegen der erforderlichen Umrechnung von Flächen- und Volumenangaben auf produzierte Massen auf +/- 20 % geschätzt; andere Unsicherheitsfaktoren fallen dagegen nicht ins Gewicht.

Die Unsicherheiten der verwendeten **CO₂-Emissionsfaktoren** für die Mauer- und Dachziegelproduktion werden maßgeblich durch die Unsicherheit in Bezug auf den CaCO₃-Gehalt der Rohstoffe bestimmt (+/- 30 %).

Zeitreihenkonsistenz ist für die Aktivitätsraten zur Dachziegel- und zur Mauerziegelproduktion und für die damit verknüpften CO₂-Emissionsfaktoren gegeben. Es gibt über die Zeitreihe vereinzelt Änderungen hinsichtlich der Verfügbarkeit statistischer Angaben zu einzelnen Produktarten, die aber nur etwa 1 % der produzierten Ziegelmenge und weniger als 0,5 % der gesamten keramischen Produktion ausmachen.

Die **Aktivitätsrate** zur gesamten keramischen Produktion enthält einen Methodenbruch aufgrund einer wesentlichen Änderung der verfügbaren statistischen Daten. So waren für Mauer- und Dachziegel bis 1994 Angaben in 1000 t verfügbar, ab 1995 nur in 1000 m³ oder 1000 Stück. Im NIR 2007 wurden die Auswirkungen detailliert erläutert, wobei für die CO₂-Emissionen dieser Methodenbruch irrelevant ist.

4.2.8.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.7 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. Beim Vergleich der Emissionen seit dem Jahr 2005 lässt sich jedoch feststellen, dass die Emissionen des Nationalen Inventars im Vergleich zu denen des Emissionshandels um 20-30 % höher liegen. Dies erscheint aus dem genannten Grund und auch in dieser Größenordnung plausibel.

4.2.8.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.7 Keramik)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.2.8.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.7 Keramik)

Derzeit sind keine 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 dem Unterpunkt *Andere* (2.B.5) im ZSE die Düngemittel- und Lachgasproduktion, die organischen Produkte, die Ruß- und Titandioxidproduktion sowie die Schwefelsäureproduktion und der Katalysatorabbrand in Raffinerien zugeordnet.

4.3.1 Chemische Industrie: Ammoniakproduktion (2.B.1)**4.3.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.1)**

CRF 2.B.1					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend	
Ammonia Production	l / t	CO ₂	0,47 %	0,73 %	+19,1 %

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	PS	NO	NO	NO	NO	NO	D	NO	NO	NO
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung	T3									

Die Quellgruppe *Chemische Industrie: Ammoniakproduktion* ist für CO₂-Emissionen eine Hauptquellgruppe 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 Marktberreinigung, 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.

4.3.1.2 Methodische Aspekte (2.B.1)

Entsprechend der Einstufung als Hauptquellgruppe 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:

$$E_{\text{CO}_2} = \sum (\text{TFR}_i * \text{CCF}_i * \text{COF}_i * 44/12)$$

Die rückgewonnene Menge an CO₂, die bei anderen Produktionsprozessen wie z.B. zur Harnstoff-Produktion eingesetzt wird, ist in den berichteten Emissionen enthalten.

Emissionsfaktor für NO_x:

Für den Emissionsfaktor von NO_x wurde der Default-Emissionsfaktor des *CORINAIR Guidebooks* von 1 kg/t NH₃ verwendet (EMEP EEA Emission Inventory Guidebook, TFEIP-endorsed draft, May 2009).

4.3.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.1)

Aktivitätsrate:

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 ± 0,6 %. Die Unsicherheit für die Emissionen beträgt ± 1 %.

4.3.1.4 Quellenspezifische 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 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.1)

Rückrechnungen zwischen der Resubmission 2010 und der diesjährigen Berichterstattung sind nicht erforderlich. Rückrechnungen aufgrund des In-Country-Reviews 2010 finden sich im Kapitel 10.5.2.7.

4.3.1.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (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										
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)	Schadstoff (HQG)		1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend					
- / -										
Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	NO	NO	NA	NA	NA	PS	D	NO	NO	NO
EF Unsicherheiten in %						±5				
Unsicherheitenverteilung						N				
Methode EF-Ermittlung						T3				

Die Quellgruppe *Chemische Industrie: Salpetersäureproduktion* ist keine Hauptquellgruppe.

Bei der Produktion von Salpetersäure entsteht in einer Nebenreaktion Distickstoffoxid. In Deutschland gibt es derzeit insgesamt sieben Anlagen zur Herstellung von Salpetersäure.

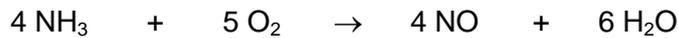
Die Herstellung von HNO₃ erfolgt in zwei Verfahrensschritten:

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

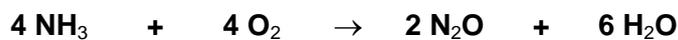
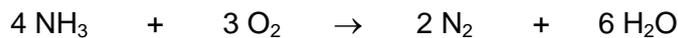
Einzelheiten des Verfahrens werden nachstehend beschrieben:

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 N_2O -Emissionen am Rohgas,
- bei Einsatz von Minderungstechniken auch die gemessenen N_2O -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 N_2O -Emissionen werden dann berechnet entsprechend der Formel $\text{EM} = \text{AR} * \text{EF}$.

Eine Firma übermittelt ihre Daten (AR, EF, N_2O -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 Einsatz von Minderungstechniken zurückzuführen.

NO_x-Emissionsfaktor:

Für den Emissionsfaktor von NO_x wurde der Defaultemissionsfaktor 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 GPGAUUM festgelegt. Die Unsicherheit beträgt ± 1 %.

Emissionsfaktor:

Für den N₂O-Emissionsfaktor wird von den Betreibern eine Unsicherheit von ± 5 % angegeben.

4.3.2.4 Quellenspezifische 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 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.2)

Rückrechnungen zwischen der Resubmission 2010 und der diesjährigen Berichterstattung sind nicht erforderlich. Rückrechnungen aufgrund des In-Country-Reviews 2010 finden sich im Kapitel 10.5.2.8.

4.3.2.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (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					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend	
Adipic Acid Production	l / t / T2	N ₂ O	1,54 %	0,91 %	-54,4 %

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	NO	NO	NO	NO	NO	D, PS	NE	NE	NO	NO
EF Unsicherheiten in %						+/- 10%				
Unsicherheitenverteilung						N				
Methode EF-Ermittlung						CS				

Die Quellgruppe *Chemische Industrie: Adipinsäureproduktion* ist für N₂O-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Die EF-Berechnung für die N₂O-Emissionen aus der Adipinsäureproduktion entspricht dem Tier 3a Ansatz der IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 2006.

Im technischen Maßstab wird Adipinsäure durch Oxidation eines Gemisches von Cyclohexanol und Cyclohexanon (Verhältnis: 93/7) hergestellt. Laut IPCC-GPG (2000: Tab. 3.7, Anm. a) wird vermutlich nur bei einer Anlage in Japan reines Cyclohexanol (EF dort 264 kg/t) eingesetzt, ansonsten wird Adipinsäure aus Cyclohexanol und mit mehr oder weniger Keton und Salpetersäure hergestellt. Bei dieser Reaktion werden erhebliche Mengen an Lachgas (N₂O) gebildet. Dies wurde bis Ende 1993 von den beiden alleinigen deutschen Herstellern vollständig in die Atmosphäre emittiert. Ein Hersteller hat eine Anlage zur thermischen Zersetzung von Lachgas in Stickstoff und Sauerstoff patentiert und seitdem in Betrieb. Die Zersetzung erfolgt nahezu vollständig. Ende 1997 nahm der andere Hersteller eine katalytische Reaktoranlage in Betrieb, die bei Dauerbetrieb eine N₂O-Zersetzungsrate von 96-98 % erreicht. Im März 2002 wurde eine Anlage eines weiteren Herstellers in Betrieb genommen, die ebenfalls mit einer thermischen N₂O-Zersetzung betrieben wird. Nach anfänglichen technischen Problemen läuft die Anlage seit 2003 im Dauerbetrieb. Die insgesamt schwankenden Abbauraten und somit auch die Restemissionen sind wartungsbedingt und produktionsabhängig. 2009 nahm ein Hersteller eine zweite, zusätzliche (redundante) thermische N₂O-Zersetzungsanlage in Betrieb. Seit Inbetriebnahme werden N₂O-Zersetzungsraten von über 99% erreicht.

Die Produktion hat sich nachfragebedingt im Zeitraum von 1990 bis heute mehr als verdoppelt.

4.3.3.2 Methodische Aspekte (2.B.3)

Bis etwa zur Mitte der 90er Jahre wurden nur die Produktionsmengen von den Herstellern zur Verfügung gestellt. Für die Berechnung der Lachgasemissionen wurden für diesen Zeitraum die IPCC Default-Emissionsfaktoren verwendet. Für den anschließenden Zeitraum wurden von den Herstellern neben den Produktionsangaben auch die N₂O-Emissionen mit notwendigen Hintergrundinformationen vertraulich mitgeteilt. Dies ist für die Genauigkeit der berichteten Daten von großer Relevanz, da bei fehlenden Angaben zum technisch unvermeidbaren N₂O-Anfall und vor allem der jeweiligen Laufzeit der Zersetzungsanlage die Minderung des Lachgasanfalls nur so ungenau hätte geschätzt werden können, dass die weitere Verwendung des Default-EF notwendig gewesen wäre.

Die Schwankungen der Emissionsangaben ergeben sich aus Störungen der Minderungsanlagen (Revisionsarbeiten, Brandschaden, sonstiger Ausfall von Anlagenteilen) und dem steigenden Produktionsvolumen.

4.3.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.3)

Die Unsicherheiten in der Zeitreihenkonsistenz sind behoben, da alle Hersteller die entsprechenden Daten zur Verfügung stellen. Für Anlagen mit thermischer Zersetzung werden nach IPCC GL 2006 Unsicherheiten von +/- 0,05% und für die katalytische Zersetzung +/- 2,5% angegeben. Nach Angaben der Hersteller liegen die Unsicherheiten, unabhängig von dem Minderungsverfahren, in einem Bereich von +/- 5 bis 5,9 %. Die Unsicherheiten für die Produktionsmengen werden mit +/-0,06 bis 1 % beziffert. Der EF wird daher mit einer Unsicherheit von 5,9 % angesetzt.

4.3.3.4 Quellenspezifische 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 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.3)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.3.3.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.B.3)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.3.4 Chemische Industrie: Carbidproduktion (2.B.4)**4.3.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.4)**

CRF 2.B.4				
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
- / -				

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor CaC ₂	PS	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Emissionsfaktor SiC	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
EF Unsicherheiten in %	±10									
Unsicherheitenverteilung	N									
Methode EF-Ermittlung	PS									

Die Quellgruppe *Chemische Industrie: Carbidproduktion* ist keine Hauptquellgruppe.

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 Quellenspezifische 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 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.4)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.3.4.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (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					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)		Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
Other		CO ₂	0,56 %	0,93 %	+27,0 %

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF) Industrieruß	D	CS	NO	NO	NO	NO	NO	D	NO	D
Emissionsfaktor (EF) Ethylen, Styrol	NO	D	NO	NO	NO	NO	NO	NO	CS	NO
Emissionsfaktor (EF) Methanol, 1.2-Dichlorethan	CS	D	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Emissionsfaktor (EF) Umwandlungsprozesse, Katalysatorabbrand in Raffinerien	CS	NO	NO	NO	NO	NO				
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung										

Die Quellgruppe *Chemische Industrie: Sonstige Emissionen* aus sonstigen Produktionsprozessen ist für CO₂-Emissionen eine Hauptquellgruppe 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 Gasöledestillate bei ca. 550°C unter Wasserdampf-atmosphäre 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, für Ethylenoxid in 2011 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 und Ethylenoxid wird ab der Berichterstattung 2011 der Default-EF der IPCC-GL 2006 verwendet.

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 86 aufgeführt.

Tabelle 86: IPCC Default Emissionsfaktoren für CH₄ aus sonstigen Prozessen der Chemischen Industrie

-Industrieruß	Styrol	Ethylen	1,2-Dichlorethan ³⁹	Methanol
[kg CH ₄ /t]				
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.

³⁹ 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.

Für die anderen vier Produkte wurde von dem größten deutschen Hersteller gemeldet, dass in diesen Bereichen auf Grund der thermischen Nachverbrennung keine Methanemissionen mehr auftreten. Auch diese Technik ist bereits seit den achtziger Jahren im Einsatz, daher können diese Emissionsfaktoren auf die gesamte Zeitreihe angewandt werden.

Tabelle 87: nationale Emissionsfaktoren für CH₄ aus sonstigen Prozessen der Chemischen Industrie

Industrieruß	Styrol	Ethylen	1,2-Dichlorethan ³⁹	Methanol
[kg CH ₄ /t]				
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 88 aufgeführten Emissionsfaktoren verwendet.

Tabelle 88: In Deutschland verwendete Emissionsfaktoren für sonstige Schadstoffe

	Industrieruß [kg CO/t]	Industrieruß [kg SO ₂ /t] ⁴⁰	Ethylen [kg NMVOC/t]	1,2- Dichlorethan [kg NMVOC/t]	Polystyrol [kg NMVOC/t]	Styrol [kg NMVOC/t]
1990	4,8 / 5	19,5 / ⁽⁴¹⁾	5	2,5	1	0,02
1991	4,6 / 5	19 / 20	5	2,5	1	0,02
1992	4,4 / 5	18,5 / 20	5	2,5	1	0,02
1993	4,2	18	5	2,5	1	0,02
1994	4	17,5	5	2,5	1	0,02
1995	3,75	17	0,4	0,03	0,6	0,02
1996	3,5	16	0,3	0,022	0,4	0,02
1997	3,25	15	0,3	0,022	0,4	0,02
1998	3	14	0,25	0,018	0,32	0,02
1999	2,9	13,4	0,25	0,018	0,32	0,02
2000	2,8	12,8	0,2	0,015	0,27	0,02
2001	2,7	12,54	0,2	0,015	0,27	0,02
2002	2,65	12,28	0,2	0,015	0,27	0,02
2003	2,6	12,0	0,2	0,015	0,27	0,02
2004	2,55	11,7	0,2	0,015	0,27	0,02
2005	2,5	11,5	0,2	0,015	0,27	0,02
2006	2,5	11,2	0,2	0,015	0,27	0,02
2007	2,5	10,9	0,2	0,015	0,27	0,02
2008	2,5	10,6	0,2	0,015	0,27	0,02
2009	2,5	10,3	0,2	0,015	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.

⁴⁰ Bei zwei angegebenen EF bezieht sich der zweite Wert auf die neuen Bundesländer.

⁴¹ Für die neuen Bundesländer wird kein EF ausgewiesen, da diese SO₂-Emissionen nur pauschal in einer Summe berücksichtigt werden konnten.

Aktivitätsraten

In der Produktionsstatistik des Statistischen Bundesamtes werden die folgenden Produkte berücksichtigt (Tabelle 89).

Tabelle 89: 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 Quellenspezifische 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 durchgeführt.

4.3.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.5)

Für Methanol wurden die bisherigen CO₂-Emissionen durch den Default-CO₂-Emissionsfaktor von 670 kg CO₂/t der IPCC-GL 2006 ersetzt, da für die bisherigen Emissionsdaten für den Fachexperten nicht nachvollziehbar waren und die bisherigen Daten auf einer einmaligen Erhebung basierten und nicht langfristig verfügbar waren.

Tabelle 90: Rekalkulation der CO₂ Emissionen aus der Methanolherstellung (2.B.5)

2 B 5, Other, Methanol	Schadstoff	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Resubmission 2010	CO2	Gg	830,000	1.360,000	1.430,000	1.330,000	1.590,000	1.580,000	1.710,000	1.560,000	1.770,000	1.700,000
Submission 2011	CO2	Gg	848,380	825,132	864,966	805,467	963,679	955,283	1.036,462	944,600	1.069,493	1.027,186
Differenz	CO2	Gg	+18,380	-534,868	-565,034	-524,533	-626,321	-624,717	-673,538	-615,401	-700,507	-672,814
2 B 5, Other, Methanol	Schadstoff	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Resubmission 2010	CO2	Gg	2.090,000	2.130,000	2.040,000	2.220,000	2.351,429	2.351,429	2.351,429	2.351,429	2.351,429	
Submission 2011	CO2	Gg	1.263,907	1.287,526	1.235,001	1.345,410	1.220,919	1.313,804	1.399,775	1.356,702	1.125,416	1.032,869
Differenz	CO2	Gg	-826,093	-842,474	-804,999	-874,590	-1.130,510	-1.037,625	-951,654	-994,727	-1.226,013	

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					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)		Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
Steel (integrated production)	I / t / T2	CO ₂	1,86 %	1,24 %	-48,6 %

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	NO	NO	NO	NO	NO	CS	CS	CS	CS
EF Unsicherheiten in %	-	-	-	-	-	-				
Unsicherheitenverteilung	-	-	-	-	-	-				
Methode EF-Ermittlung	T2	-	-	-	-	-				

Die Quellgruppe *Eisen- und Stahlproduktion* ist für CO₂-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe und dem Trend.

In Deutschland wurden im Jahr 2009 21,3 Mio. t Rohstahl auf Erzbasis in sechs integrierten Hüttenwerken erzeugt. Die Elektrostahlproduktion betrug 11,3 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; Stahlorheisenproduktion) dienen der Berechnung anderer Schadstoffemissionen (nicht von Treibhausgasen).

Die prozessbedingten CO₂-Emissionen aus der Primärstahlerzeugung in integrierten Hüttenwerken resultieren vor allem aus dem Reduktionsmitteleinsatz in den Hochöfen. Zudem werden die CO₂-Emissionen aus dem Kalksteineinsatz in Sinteranlagen und bei der Roheisenherstellung sowie die CO₂-Emissionen aus dem Elektrodenabbrand bei der Elektrostahlherstellung den prozessbedingten Emissionen im Sektor 2.C.1 zugerechnet.

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

Bis zum NIR 2010 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 dieser Berichtsrunde 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 Primärstahlerzeugung 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 für die Primärstahlerzeugung in Deutschland nicht relevant⁴².

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

⁴² 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).

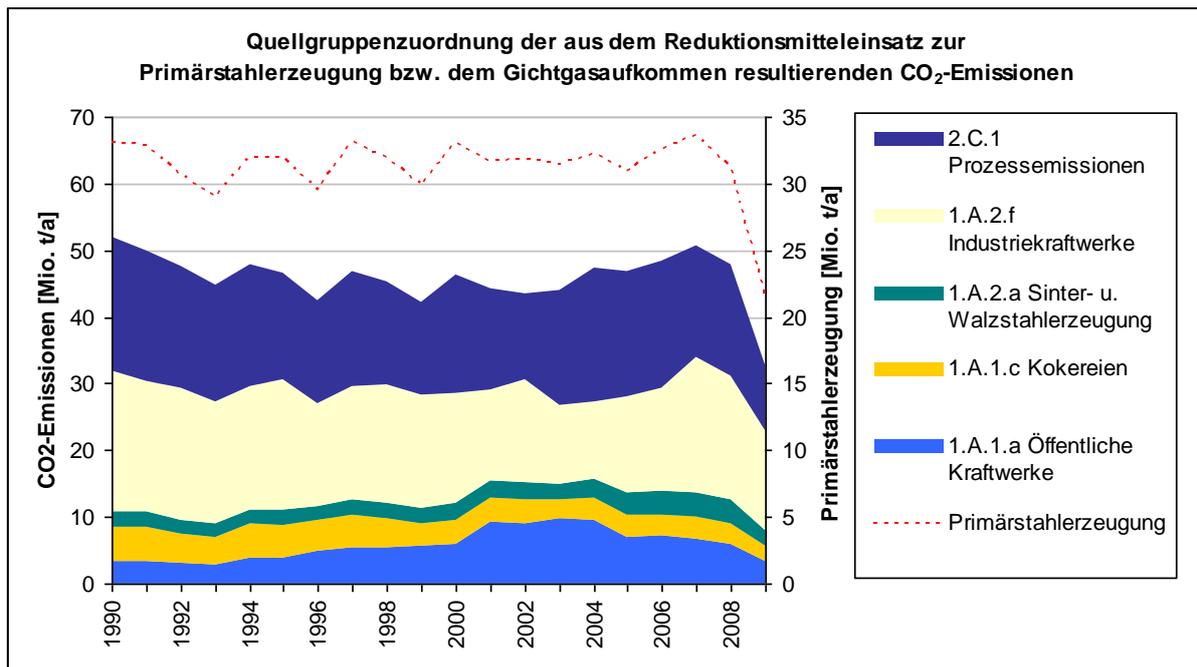


Abbildung 41: Zeitlicher Verlauf und Quellgruppenzuordnung der aus dem Reduktionsmitteleinsatz zur Primärstahlerzeugung bzw. Gichtgasaufkommen resultierenden CO₂-Emissionen

Die Summe der dargestellten CO₂-Emissionen zeigt eine gute Korrelation mit den berichteten Aktivitätsraten für die Primärstahlerzeugung (siehe gestrichelte rote Linie). Jährliche Schwankungen in den einzelnen Quellgruppen beruhen vermutlich auf wechselnden Zuordnungen einzelner Anlagen in der amtlichen Statistik. Dies hat praktisch jedoch keinen Einfluss auf die Gesamtsumme der berichteten Emissionen.

Tabelle 91: 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.f Industriekraftwerke	21,043	19,639	19,823	18,403	18,526	19,431	15,489	17,005	17,896	16,857
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	3,300
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.f Industriekraftwerke	16,500	13,567	15,337	11,657	11,643	14,432	15,406	20,395	18,698	14,814
2.C.1 Prozessemissionen	17,879	15,131	12,856	17,432	20,046	18,587	18,953	16,749	16,639	9,807

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 92 angegebenen CO₂-Emissionen.

Tabelle 92: Kalksteineinsatz und daraus resultierende CO₂-Emissionen bei der Sinter- und Roheisenerzeugung

Jahr	Kalksteineinsatz [t/a]		CO ₂ -Emissionen [t/a]		
	Roheisen	Sinter	Roheisen	Sinter	Summe
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

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 96 zu entnehmen.

Tabelle 93: Insgesamt unter 2.C.1 zu berichtende prozessbedingte Emissionen

	CO ₂ -Emissionen aus dem Reduktionsmitteleinsatz, soweit nicht in anderen Quellgruppen berichtet	CO ₂ -Emissionen aus dem Kalksteineinsatz	CO ₂ -Emissionen aus dem Elektrodenabbrand	2.C.1 gesamt
Jahr	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[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	9.806.506	1.779.397	83.590	11.669.493

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 ± 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 zusätzliche Qualitätssicherung durch die Nationale Koordinierungsstelle steht noch aus.

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 allenfalls auf einer hoch aggregierten Ebene möglich.

4.4.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.C.1)

Wegen der Änderung der Berechnungsmethode für die aus dem Reduktionsmitteleinsatz in der Primärstahlerzeugung resultierenden CO₂-Emissionen und wegen des neu ermittelten Emissionsfaktors für den Elektrodenabbrand bei der Elektrostahlerzeugung wurde für die gesamte Zeitreihe ab 1990 eine Rückrechnung durchgeführt.

Wegen der Umstellung der Berechnungsmethode für die CO₂-Emissionen aus dem Reduktionsmitteleinsatz in der Primärstahlerzeugung nehmen die unter 2.C.1 berichteten Emissionen gegenüber der Resubmission des NIR 2010 um etwa die Hälfte bis zu zwei Dritteln ab (siehe Tabelle 94). Hinsichtlich der Gesamthöhe der deutschen THG-Emissionen bedeutet dies jedoch keine Änderung gegenüber der Resubmission des Inventars 2010, weil dieser bereits die über das Gichtgas- und Konvertergas aufkommen berechneten (erhöhten) CO₂-Emissionen beinhaltet. Mit der neuen Berechnungsmethode werden die aus dem Reduktionsmitteleinsatz resultierenden CO₂-Emissionen lediglich anders und auf weitere Quellgruppen verteilt, nämlich auf diejenigen Quellgruppen, in denen das bei der Primärstahlerzeugung gebildete Gicht- und Konvertergas verbrannt und folglich das CO₂ tatsächlich emittiert wird. Die genaue Aufteilung dieser Emissionen auf die Quellgruppen 1.A.1.a, 1.A.1.c, 1.A.2.a, 1.A.2.f und 2.C.1 ist (Abbildung 41) in Kapitel 4.4.1.2 zu entnehmen.

Die Änderung hinsichtlich der Elektrostahlerzeugung betrifft nur die Jahre ab 1993, da die bisher für die Jahre ab 1993 verwendeten Faktoren niedriger waren als der für das Jahr 2008 neu ermittelte Faktor. Da es nicht plausibel erschien, dass der Elektrodenabbrand in den Jahren 1993-2007 geringer war als in 2008, wird der neue Faktor für alle Jahre ab 2003 angewandt. Diese Änderung (siehe Spalte 8 in Tabelle 94 gegenüber Spalte 4) führt allerdings in allen Jahren nur zu einer marginalen Erhöhung der gesamten prozessbedingten CO₂-Emissionen aus der Eisen- und Stahlerzeugung (maximal 0,2 %).

Tabelle 94 Rückrechnung der unter 2.C.1 berichteten prozessbedingten CO₂-Emissionen aus der Eisen- und Stahlerzeugung

Jahr	NIR 2010				NIR 2011				Änderung	
	CO ₂ aus Reduktionsmittelbedarf [Gg/a]	CO ₂ aus Kalksteineinsatz [Gg/a]	CO ₂ aus Elektrodenabbrand [Gg/a]	2.C.1 gesamt [Gg/a]	CO ₂ aus Gichtgas [Gg/a]	CO ₂ aus Kalksteineinsatz [Gg/a]	CO ₂ aus Elektrodenabbrand [Gg/a]	2.C.1 gesamt [Gg/a]	absolut [Gg/a]	relativ [%]
1990	45.859	2.392	75	48.326	20.245	2.392	75	22.712	-25.614	-53%
1991	43.928	2.327	69	46.324	19.566	2.327	69	21.962	-24.362	-53%
1992	40.687	2.140	64	42.891	18.233	2.140	64	20.438	-22.454	-52%
1993	38.571	1.988	57	40.616	17.369	1.988	60	19.417	-21.199	-52%
1994	41.713	2.159	63	43.934	18.244	2.159	66	20.469	-23.465	-53%
1995	41.704	2.354	67	44.125	16.000	2.354	75	18.429	-25.697	-58%
1996	38.487	2.216	65	40.768	15.407	2.216	76	17.699	-23.069	-57%
1997	43.306	2.244	71	45.621	17.159	2.244	88	19.491	-26.130	-57%
1998	41.759	2.317	68	44.143	15.330	2.317	89	17.736	-26.407	-60%
1999	38.942	2.183	65	41.190	14.082	2.183	91	16.355	-24.835	-60%
2000	43.199	2.287	67	45.553	17.879	2.287	98	20.264	-25.289	-56%
2001	41.372	2.201	63	43.635	15.131	2.201	97	17.429	-26.207	-60%
2002	41.574	2.099	63	43.737	12.856	2.099	97	15.053	-28.684	-66%
2003	40.958	2.147	64	43.168	17.432	2.147	99	19.678	-23.490	-54%
2004	42.003	2.225	68	44.296	20.046	2.225	105	22.376	-21.920	-49%
2005	40.330	2.241	65	42.637	18.587	2.241	101	20.929	-21.707	-51%
2006	42.543	2.303	70	44.916	18.953	2.303	108	21.364	-23.552	-52%
2007	43.830	2.398	72	46.299	16.749	2.398	111	19.258	-27.042	-58%
2008	40.769	2.346	70	43.185	16.639	2.346	108	19.092	-24.093	-56%

4.4.1.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (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										
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)		Schadstoff (HGG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend					
		- / -								
Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	NO	NO	NO	NO	NO	NE	NE	NE	NE
EF Unsicherheiten in %	-	-	-	-	-	-				
Unsicherheitenverteilung	-	-	-	-	-	-				
Methode EF-Ermittlung	T2	-	-	-	-	-				

Die Quellgruppe *Produktion von Ferrolegierungen* ist keine Hauptquellgruppe. 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 2007 72.000 t Ferrolegierungen in Deutschland produziert. Seit 1995 wird ausschließlich das Elektrolichtbogen-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 2007, so dass diese für die Jahre 2008 und 2009 fortgeschrieben wurden.

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 Quellenspezifische 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 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.2)

Aufgrund der erstmaligen Verwendung von Daten des US Geological Survey (USGS) erfolgte eine Rekalkulation der CO₂-Emissionen für die Jahre ab 1994.

Tabelle 95: Quellenspezifische Rückrechnungen - Produktion von Ferrolegierungen (2.C.2)

2.C.2 Produktion von Ferrolegierungen	Einheit	1994	2000	2006	2007	2008	2009
Resubmission 2011	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	5,17	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75
Submission 2012		9,66	8,54	8,49	7,92	7,92	7,92
Differenz absolut		4,49	5,79	5,74	5,17	5,17	5,17
Differenz relativ	[%]	87%	210%	209%	188%	188%	188%

4.4.2.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (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					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend	
Aluminium Produktion	- / t	PFC	0,13 %	0,03 %	-84,1 %

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	NE	NO	CS	NO	NO	NE	CS	NO	CS
EF Unsicherheiten in %	15			15						
Unsicherheitenverteilung	N			N						
Methode EF-Ermittlung	T3			T3						

Die Quellgruppe *Primäraluminiumproduktion* ist für PFC-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach dem Trend (siehe Tabelle 7). Aufgrund der seit 1990 stark fallenden Emissionen (-84,1 %) und des dadurch erreichten sehr geringen Emissionsniveaus (liegt 2009 bei 7,3 % des Beitrags der kleinsten im Levelverfahren identifizierten Hauptquellgruppe) hat die Nationale Koordinierungsstelle aus Gründen der Ressourcenpriorisierung entschieden, die für Hauptquellgruppen 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 2008 um 84 %. 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 2009 ist dem Monitoring-Bericht der Aluminiumindustrie für das Jahr 2009 entnommen (GDA, 2009). Der durchschnittliche Anodenverbrauch liegt bei 430 kg Petrolkoks je Tonne Aluminium. In der Tabelle 96 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 96 genannten Emissionsfaktoren wurden mit den Emissionsangaben in BAT-Merkblättern⁴³ und anderen Quellen (z.B. der VDI Richtlinie 2286 Blatt 1) abgeglichen.

Tabelle 96: AR und prozessbedingte EF der Primäraluminiumproduktion im Jahr 2009

	Anzahl Hütten	AR	Emissionsfaktoren				
		Produktion [t]	CO ₂ [kg/t]	NO _x [kg/t]	SO ₂ [kg/t]	C gesamt [kg/t]	CO [kg/t]
Primäraluminium	4	291.700	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 spezifische CF₄- Emissionswerte pro Anodeneffekt⁴⁴ ermittelt. Die Zahl der Anodeneffekte wird in den Hütten erfasst und dokumentiert. Die CF₄-Gesamtemission wurde durch Multiplikation der gesamten Anodeneffekte des Jahres mit der in 2001 ermittelten spezifischen CF₄-Emission pro Anodeneffekt errechnet. Der Gesamtemissionsfaktor für CF₄ ergibt sich durch Addition der CF₄-Emissionen der Hütten dividiert durch die Gesamtaluminiumproduktion der Hütten. C₂F₆ und CF₄ 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, CO₂ und SO₂ genügen dem Tier 3b Ansatz und werden entsprechend als sehr genau bewertet. Für CO, CO₂ und SO₂ 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

⁴³ siehe <http://www.bvt.umweltbundesamt.de/kurzue.htm>

⁴⁴ „...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 CO₂ zu CO und zu 5 bis 20 % CF₄...“ (ÖKO-RECHERCHE 1996)

Kapazität sank um 43%, gemessen am Bestand 1990. Dies erklärt auch den kurzfristigen Anstieg bzw. die Stagnation des implizierten Emissionsfaktors für CF₄ in diesen Jahren. Absolut haben die Primärhütten 2007 nur 26 Tonnen CF₄ 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 vermutlich zu einer höheren Anzahl von Anodeneffekten. Die Industrie war jedoch nicht in der Lage, ihre PFC-Emissionen für dieses Jahr rechtzeitig offenzulegen, weshalb die Zahlen von 2008 fortgeschrieben werden mussten.

4.4.3.4 Quellenspezifische 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 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 CF₄, aufgrund von Anodeneffekten, lag 2008 bei 0,060 kg/t Aluminium. Er liegt somit in der selben 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 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.3)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.4.3.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.C.3)

Die Ermittlung von Unsicherheiten wird unter Einbeziehung des Industrieverbandes weitergeführt. Die korrekten PFC-Emissionen für 2009 werden in der nächsten Berichtsrunde nachgereicht.

4.4.4 Metallproduktion: SF₆ in der Aluminium- und Magnesiumproduktion (2.C.4)

4.4.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.4)

CRF 2.C.4					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)	Schadstoff (HQG)	1995 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend	
SF ₆ used in Aluminium and Magnesium Foundries	- / -	SF ₆	C	C	C

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOG	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	NO	NO	NO	NO	D/CS	NO	NO	NO	NO	NO
EF Unsicherheiten in %			-		0-50					
Unsicherheitenverteilung			-		T					
Methode EF-Ermittlung			NO		D/CS					

Die Quellgruppe SF₆ in der Aluminium- und Magnesiumproduktion ist keine Hauptquellgruppe.

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 SF₆ 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 SF₆-Verbrauch relativ konstant bei 0,5 t/a.

Vereinzelt wird seit dem Jahr 1999 wieder reines SF₆ 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 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 + 2) 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										
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)	Schadstoff (HQG)		1995 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend					
- / -										
Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	NO	NO	D	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung			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.

Da die HFKW134a-Emissionen aufgrund nur einer geringen Anzahl von Betreibern vertraulich sind, werden die Emissionen aggregiert mit anderen vertraulichen Daten in 2.G berichtet.

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 Aufbereitung 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				
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)	Schadstoff (HQG)	1995 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
- / -				

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	CS	CS	D	D
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung										

Die Quellgruppe *Andere Produktionen – Zellstoff- und Papierherstellung* ist keine Hauptquellgruppe.

Alle Emissionen von klimarelevanten Gasen aus der Zellstoff- und Papierindustrie 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 Papierherzeugung 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 Sulfitverfahren.

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 Sulfitzellstoffproduktion 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.

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 97 aufgeführten Emissionsfaktoren aus den IPCC-Guidelines verwendet.

Tabelle 97: IPCC Default Emissionsfaktoren für SO₂, NO_x, CO, NMVOC aus der Produktion von Zellstoff

	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
	[kg / t ADt*]			
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 98: 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	NMVOC	SO ₂
	[kg / t ADt*]			
Sulfatzellstoff	1,75	0,16	3,7	0,05
Sulfitzellstoff	2,8			2

Im Jahre 2008 wurden in 138 Anlagen folgende Mengen produziert:

Tabelle 99: Zellstoff- und Papierherstellung, produzierte Mengen

Produkt	Produzierte Mengen 2009	
Erzeugung von Papier, Pappe und Karton (PPK)	20,95	Mio. t
Rohstoffproduktion:		
Papierzellstoff	1.481.230	t
davon Sulfitzellstoff	692.450	t
davon Sulfatzellstoff	3.609.601	t
Holzstoff	1.059.889	t
Altpapierstoff	12.353.000	t
Menge dazu eingesetzten Altpapiers	(15.399.121	t)

Quelle: Verband Deutscher Papierfabriken, Leistungsbericht 2010

Diese Zahlen können bis zum Basisjahr 1990 zurückverfolgt werden.

4.5.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.D.1)

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 deutschlandsspezifische 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 Sulfitzellstoffwerke führten kontinuierliche Verbesserungen zu einer erheblichen SO₂-Minderung gegenüber 1990.

4.5.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.D.1)

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

4.5.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.D.1)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.5.1.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (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				
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
- / -				

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	IE	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	CS / IPCC	NO
EF Unsicherheiten in %									20 - 100	
Unsicherheitenverteilung									N	
Methode EF-Ermittlung									CS	

Die Quellgruppe *Andere Produktionen - Nahrungsmittel und Getränke* ist keine Hauptquellgruppe.

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 Lösemittelmmissionen 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).

Die Emissionen der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie werden im Inventar in der „Table2(l)s2“ des sektoralen Reports für Industrielle Prozesse zusammengefasst berichtet. Es wird der IEF in der Tabelle Hintergrunddaten des sektoralen Reports für Industrielle Prozesse „Table2(l).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 2009 einen Umsatz von 149 Mrd. Euro. Bundesweit waren circa 535.000 Personen in Unternehmen der Ernährungsindustrie beschäftigt (BVE 2010, S. 10). 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.

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 100 zeigt die ermittelten Aktivitätsraten, verwendeten Emissionsfaktoren sowie die daraus berechneten NMVOC-Emissionen für das Jahr 2009.

Tabelle 100: NMVOC-Emissionen aus der Nahrungsmittelindustrie (2 D 2)

Produkt	Aktivitätsraten	Emissionsfaktoren	Emissionen [t]
Brot			
- Industriebäckereien	3.720.588 t	0,3 kg/t	1.116,2
- Handwerksbäckereien	914.696 t	3,0 kg/t	2.744,1
Kuchen, Kekse, Frühstückscerealien	1.553.533 t	0,1 kg/t	155,4
Zucker	4.140.519 t	0,9 kg/t	3.726,5
Fleisch, Geflügel, Fisch	1.496.775 t	0,03 kg/t	44,9
- Fleisch/Fisch, geräuchert	2.271.574 t	0,0023 kg/t	5,2
Tierische Fette	322.390 t	1 kg/t	322,4
Kaffeeröstung	537.495 t	0,069 kg/t	37,0
Futtermittel	18.674.536 t	0,1 kg/t	1.841,5
Bier	90.136.860 hl	0,002 kg/hl	180,31
Wein			
- Rotwein	3.764.078 hl	0,08 kg/hl	301,1
- Weißwein	5.062.188 hl	0,035 kg/hl	177,2
- Sonstige Weine	1.032.190 hl	0,058 kg/hl	59,9
Spirituosen	1.175.299 hl	2,93 kg/hl	3.443,6

* unter Berücksichtigung von Minderungsmaßnahmen

Für die Quellgruppe 2.D.2 ergeben sich insgesamt 14,2 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 ein Forschungsprojekt durchgeführt (FKZ 206 42 101/01). 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* (AEIGB, 2008) 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 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.D.2)

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

In Berichten anderer Staaten sind kaum Ausführungen zu 2.D.2 enthalten, so dass ein Vergleich zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht möglich ist.

4.5.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.D.2)

Quellenspezifische Rückrechnungen wurden in den Quellbereichen: Spirituosen; Kuchen, Kekse, Frühstückscerealien; Fleisch, Fisch und Geflügel; Tierische Fette sowie Futtermittel durchgeführt, da der Datenbestand über Aktivitätsraten teilweise weiter verbessert werden konnte.

4.5.2.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.D.2)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.6 Produktion von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF₆ (2.E)

CRF 2.E										
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)		Schadstoff (HQG)	1995 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend					
	l / t	HFC	C	C	C					
Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	NO	NO	PS	NO	PS	NO	NO	NO	NO	NO
EF Unsicherheiten in %			-		-					
Unsicherheitenverteilung			-		-					
Methode EF-Ermittlung			-		-					

Die Quellgruppe *Produktion halogener Kohlenwasserstoffe* und SF₆ ist für HFKW-Emissionen eine Hauptquellgruppe 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.

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 aggregiert mit anderen vertraulichen Daten in 2.G berichtet.

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					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)		Schadstoff (HQG)	1995 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
Consumption of Halocarbons and SF ₆	l / t	SF ₆	0,53 %	0,31 %	-55,2 %
Consumption of Halocarbons and SF ₆	l / t	HFC	0,18 %	1,19 %	+397,3 %

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)			s. Text	s. Text	s. Text					
EF Unsicherheiten in %			-	-	-					
Unsicherheitenverteilung			-	-	-					
Methode EF-Ermittlung			s. Text	s. Text	s. Text					

Die Quellgruppe *Verbrauch halogener Kohlenwasserstoffe und SF₆* ist für SF₆- und HFKW-Emissionen eine Hauptquellgruppe 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, die Halbleiter- und die Photovoltaikmoduleherstellung.

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 Schallschuttscheiben, hier sind die Emissionen vor allem auf die Freisetzung aus der Entsorgung von Schallschuttscheiben 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 101: Überblick über Methoden und verwendete Emissionsfaktoren für das aktuelle Berichtsjahr in der Quellgruppe 2.F - *Verbrauch von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF₆*.

		Methode	Schadstoff			Emissionsfaktor (dimensionslos)		
			HKW	FKW	SF ₆	Herstellung	Anwendung	Entsorgung
1. Kälte- und Klimaanlage	2.F.1							
Haushaltskälte	2.F.1a	Tier 2a	HKW			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		0,005 (D)	0,10 - 0,30 (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)
Raumklimageräte						0,025 (CS)	0,025 (D)	0,3 (D)
Mobile Klimaanlage	2.F.1f							
- Lkw						2 g/Anlage (CS)	0,10 - 0,15 (D)	0,3 (D)
- PKW						2 g/Anlage (CS)	0,1 (D)	
- Busse						5 g/Anlage (CS)	0,15 (D)	
- Schiffe				0,01 (CS)	0,1 - 0,3 (CS)			
- Schienenfahrzeuge				0,002 (CS)	0,06 (CS)			
- Landmaschinen			5 g/Anlage (CS)	0,15 - 0,25 (CS)				
2. Schaumherstellung	2.F.2							
Hartschaum mit 134a	2.F.2a	Tier 2a	HKW			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	HKW			0,001 (CS)	0,01 - 0,08 (CS)	NO
							0,04 (D)	
4. Aerosole	2.F.4							
Dosieraerosole	2.F.4a	CS	HKW			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. Halbleiterproduktion	2.F.6	Tier 2a		FKW	SF ₆	C (CS)	NO	
7. Elektrische Betriebsmittel	2.F.7							
Schaltanlagen	2.F.7a	Tier 3a			SF ₆	0,02 (CS)	0,001 - 0,01 (CS)	0,015 (CS)
Sonstige	2.F.7b	CS				0,15 - 1 (CS)	0,006 - 0,003 (CS)	NO
8. Sonstige	2.F.8							
Isolierglasfenster	2.F.8a	Equ. 3.24 ff			SF ₆	0,33 (D)	0,01 (D)	1 (D)
Autoreifen	2.F.8b	Equ. 3.23				NO	NO	1 (D)
Sportschuhe	2.F.8c	Equ. 3.23	FKW			NO	NO	1 (D)
Spurengas	2.F.8d	Equ. 3.22				NO	1 (D)	NO
AWACS Wartung	2.F.8e	CS				NO	C	NO
Schweißen	2.F.8f	CS				NO	1 (CS)	NO
Optische Glasfasern	2.F.8g	CS				0,7 (CS)	NO	NO
Photovoltaik	2.F.8h	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 entspricht der „stock“ den in 2(II)s2 angegebenen potentiellen Emissionen (P), wobei die durchschnittlich im Berichtsjahr vorhandene Menge (average annual stocks) zu Grunde gelegt ist. Nicht im „stock“ einbezogen sind Mengen aus der reinen Lagerhaltung. Diese Mengen unterliegen starken Schwankungen, so dass eine Erfassung weder möglich ist, noch die Angabe eines Durchschnittswertes sinnvoll wäre. Für die Teilquellgruppen Lösemittel und Halbleitertechnik können die potentiellen Emissionen aus Gründen der Vertraulichkeit nicht angegeben werden. Bei offenen Anwendungen (Aerosole / Dosieraerosole) werden die jährlichen Emissionen den innerhalb von 12 Monaten in den Verkehr gebrachten Mengen gleichgesetzt (100 % Emission im Verkaufsjahr). Damit gibt es dort keinen sich jährlich erhöhenden „stock“. Die potentiellen Emissionen entsprechen somit hier in etwa den aktuellen Emissionen in einem Berichtsjahr. Im Einzelfall kann es bei offenen Anwendungen bedingt durch die Berechnungsmethode und den unterschiedlichen Bezugszeitraum zu der Situation kommen, dass $A > P$ und damit das Verhältnis $P/A < 1$ ist (ÖKO-RECHERCHE, 2004).

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 Raumklimageräte und in mobile Klimaanlage (siehe Tabelle 101) gegliedert.

Die mit Abstand wichtigsten reinen HFKW-Kältemittel sind in Deutschland der HFKW-134a und die Gemische 404A und 507A.

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 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 1994.

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.

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.

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 HFCKW) 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 Unterschiedlichkeit 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 404A und 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“ 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) angegebenen Werten im unteren Bereich.

Der Emissionsfaktor der Entsorgung liegt mit 30 % bzw. 50 % für umgerüstete FCKW-12-Anlagen über der von IPCC-GPG (2000) angegebenen Größenordnung von 10 bis 30 Prozent für Gewerbekälte.

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 1995 wird auch R410A und seit 1997 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 feste Kältemittel (Typ) und spezifische Kältemittel-Füllmengen zugeordnet und jedem Kältemittel ein fester 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.
- Es wird eine Lebensdauer von 10 Jahren zugrunde gelegt. 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 101 wiedergegeben. Die verwendeten Emissionsfaktoren liegen in den von den *IPCC Guidelines 2006* empfohlenen Bereichen und sind damit *Default Values*.

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 Altanlagen wird er über alle Anlagengrößen auf durchschnittlich 25 % geschätzt. Unter Altanlagen werden umgerüstete FCKW-12-Anlagen verstanden. Die Emissionen liegen damit an der unteren Grenze des im IPCC-GPG (2000) angegebenen Standardwertes. Die Lebensdauer von Altanlagen liegt mit 7 Jahren innerhalb der vorgeschlagenen Werte, die Lebensdauer von Neuanlagen beträgt 10 Jahre und ist damit etwas höher als die im IPCC-GPG (2000) angegebene obere Grenze.

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 ergibt sich eine Relation von 0,2 % bei HFKW-134a und 0,05 % bei R410A. Diese liegen weit unter der von IPCC-GPG angegebenen Größenordnung von 0,2 bis 1 Prozent.

Die laufenden HFKW-Emissionen aus Kälteaggregaten von Kühlcontainern werden auf 10 % geschätzt. 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. Ab 2009 teilen Experten des deutschen Marktführers von Kühlfahrzeugen die Anzahl neuer Kühlfahrzeuge mit, da das Kraftfahrt-Bundesamt keine Erhebungen bei Kühlfahrzeugen durchführt. 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 extern anhand eines Kältemittelmodells, ausgehend von dem weltweiten Neuzugang an Kühlcontainern 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 noch kein allgemeiner Standard und natürliche Kältemittel werden viel häufiger eingesetzt, besonders in der Lebensmittelindustrie.

Neben den HFKW, die auch in der *Gewerbekälte* eingesetzt werden, spielt noch 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 101 wiedergegeben.

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind das Ergebnis von Expertenbefragungen und Literatúrauswertungen.

Die Befüllungsemissionen sind bei Industriekälteanlagen im Allgemeinen gering. IPCC-GPG (2000) gibt 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.

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, stationäre Klimaanlage 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 den Großklimaanlagen. Als Kältemittel kommen seit 1998 das HFKW-Gemisch R407C und ab 1999 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 FCKW-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) 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) vorgeschlagenen Wertebereich von 0,2 bis 1 %.

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 bestimmte Füllmenge und Kältemittelzusammensetzung angenommen.
- 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) mit 10 bis 30 Jahre 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 von IPCC-GPG (2000).

Der Befüllungsverlust liegt mit 1 % im oberen Wertebereich der IPCC-GPG (2000).

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 erst 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).

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) 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. Heute 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 der 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 2003 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.

Der EF für die Befüllung ist halb so groß wie der in IPCC-GPG (2000: S. 7.52) angegebene.

Der Emissionsfaktor für die Entsorgung von HFKW aus mobilen Klimaanlage beträgt 0,3 und entspricht damit dem Standardwert der IPCC-Guidelines (IPCC 1996b: S. 2.57).

Aktivitätsdaten

Neuzulassungen werden vom Kraftfahrtbundesamt gemeldet.

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 Präzisionsbedarf 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 Klimaanlageanlagen ist recht gut und besser als in der Kälte- und stationären Klimatechnik. 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 Klimaanlageanlagen 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 Klimaanlageanlagen (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 Klimaanlageanlagen ist für die Berichterstattung 2011 erfolgt.

4.7.1.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.1 alle)

Bei Haushaltskühlgeräten wurde die durchschnittliche Lebensdauer von 18 auf 15 Jahre gesenkt, was dem oberen des in IPCC–GPG (2000) in Tabelle 3.22 angegebenen Wertebereichs entspricht. Dadurch war eine Rekalkulation der Werte für die Entsorgung nötig, die zu einer Erhöhung der Aktivitätsrate der Entsorgung von 0 t auf 2 t und der Entsorgungsemissionen von 0 t auf 0,6 t im Jahr 2008 führte.

Aufgrund neuer Erkenntnisse musste für das Jahr 2008 der Zugang an HFkW-134a in Haushaltskühlgeräten von 2 t auf 4 t erhöht werden. Da in diesem Berichtsjahr gleichzeitig eine Rekalkulation durch den vorher nicht berücksichtigten Abgang von 2 t aus dem Bestand vorgenommen werden musste, hatte der höhere Neuzugang keine Auswirkungen auf die Aktivitätsrate der Anwendung und die Anwendungsemissionen.

Bei Kühlcontainern musste die Anzahl der im Jahr 2008 weltweit produzierten Kühlcontainer aufgrund neuer statistischer Erhebungen von 103.000 auf 115.000 Stück nach oben korrigiert werden. Dadurch war eine Rekalkulation der Aktivitätsraten und Emissionen der Anwendung für das Jahr 2008 nötig, die zu einer Erhöhung der Aktivitätsrate der Anwendung von 521,48 t auf 524,84 t und der Anwendungsemissionen von 52,15 t auf 52,48 t führte.

Bei stationären Großklimaanlagen musste die Anzahl der zu entsorgenden Turboverdichter-Umrüstanlagen für die Jahre 2005 bis 2008 angepasst werden. Grund dafür war ein Fehler im Berechnungsverfahren, das mit unterschiedlichen durchschnittlichen Anlagenlebensdauern rechnete. Die Anlagenlebensdauer der FCKW-12-Umrüstanlagen beträgt jetzt einheitlich 10 Jahre. Durch die vorgenommenen Korrekturen war eine Rekalkulation der Emissionsdaten der Anwendung und der Entsorgung für den Schadstoff HFKW-134a ab 2005 nötig, die zu den in der folgenden Tabelle aufgeführten Änderungen führten.

Tabelle 102: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der Aktivitätsraten (AR) und der Emissionen (EM) in der Anwendung und der Entsorgung von HFKW-134a in stationären Großklimaanlagen der Quellgruppe 2.F.1.e.

	Einheit	2005	2006	2007	2008
AR Bestand					
Resubmission 2010	t	2.245,90	2.390,20	2.485,43	2.560,25
Submission 2011	t	2.233,40	2.352,70	2.435,43	2.510,25
Abweichung	t	- 12,50	- 37,50	- 50,00	- 50,00
EM Bestand					
Resubmission 2010	t	134,75	143,41	149,13	153,62
Submission 2011	t	134,00	141,16	146,13	150,62
Abweichung	t	- 0,75	- 2,25	- 3,00	- 3,00
AR Entsorgung					
Resubmission 2010	t	12,50	52,50	81,34	81,34
Submission 2011	t	50,00	100,00	111,34	111,34
Abweichung	t	+ 37,50	+ 47,50	+ 30,00	+ 30,00
EM Entsorgung					
Resubmission 2010	t	3,75	15,75	24,40	24,40
Submission 2011	t	15,00	30,00	33,40	33,40
Abweichung	t	+ 11,25	+ 14,25	+ 9,00	+ 9,00

Die Installation eines Berechnungsverfahrens für Wärmepumpen im ZSE führte zu den in Tabelle 103 aufgeführten Änderungen der Emissionsdaten der Produktion und Anwendung von HFKW-125, HFKW-134a, HFKW-143a und HFKW-32 für die Jahre 1995 bis 2008. Die Abweichungen sind auf in der Vergangenheit gemachte Rundungsfehler bei der manuellen Dateneingabe zurückzuführen. Für die Aktivitätsrate der Anwendung von HFKW-134a wurden in den Jahren 1995 bis 2008 fehlerhafte Werte eingetragen, die korrigiert wurden. Ferner wurde der $EF_{\text{Anwendung}}$ von Heizungs-Wärmepumpen (Grundwasser und Erdreich), die das Kältemittel HFKW-134a verwenden, von 2 % auf 2,5 % korrigiert, was zu einer Erhöhung der Bestandsemissionen in den Jahren 1995 bis 2008 führte.

Die Implementierung eines Berechnungsverfahrens für Busklimaanlagen im ZSE führte zu den in Tabelle 104 aufgeführten Änderungen der Emissionsdaten der Produktion, Anwendung und Entsorgung für die Jahre 1993 bis 2008. Die Abweichungen sind auf in der Vergangenheit gemachte Rundungsfehler bei der manuellen Dateneingabe zurückzuführen.

Für Klimaanlagen in Landmaschinen wurde ebenfalls ein Berechnungsverfahren installiert, das zu den in Tabelle 105 aufgeführten Änderungen der Emissionsdaten der Produktion, Anwendung und Entsorgung in den Jahren 1994 bis 2008 führte. Auch hier sind die Abweichungen von der Submission 2010 in erster Linie auf in der Vergangenheit gemachte Rundungsfehler bei der manuellen Werteeingabe zurückzuführen. Zudem musste der fehlerhaft eingetragene Wert für die Anzahl der produzierten Landmaschinen im Jahr 1994 nach unten korrigiert werden, was zu einer Verringerung der Aktivitätsrate und der Emissionen der Produktion führte. Außerdem wurde bei Ackerschleppern die Anzahl der im Jahr 2008 im Inland produzierten Fahrzeuge aufgrund neuer statistischer Erhebungen von

69.000 auf 65.500 Stück nach unten korrigiert. Daher mussten die Aktivitätsrate der Produktion und die Befüllungsemissionen für das Jahr 2008 rekalkuliert werden.

Aufgrund neuer Erkenntnisse mussten Rekalkulationen bei Schiffsklimaanlagen durchgeführt werden. Bei der Produktion von Schiffsklimaanlagen mussten Korrekturen vorgenommen werden, da ab dem Jahr 2002 auch klimatisierte Marineschiffe im Inland produziert wurden. Die Füllmenge der Klimaanlagen im Inland produzierten See-Schiffe wurde für die Jahre 1997 bis 2007 von 150 kg auf 220 kg angehoben, um dem Umstand Rechnung zu tragen, dass neben See-Güterschiffen mit einer durchschnittlichen Füllmenge von 150 kg auch See-Fahrgastschiffe mit einer durchschnittlichen Füllmenge von 500 kg (im Verhältnis 4:1) im Inland produziert wurden. Die für das Jahr 2008 erstellte Statistik des Verbandes für Schiffbau und Meerestechnik e.V. beinhaltet erstmals eine Unterscheidung der im Inland produzierten See-Schiffe, die berücksichtigt wurde. Daher wurde für das Jahr 2008 die Klimaanlagen-Füllmenge der produzierten See-Fahrgastschiffe von 150 kg auf 500 kg korrigiert.

Die Aktivitätsrate der Anwendung zeigt für die Jahre 2002, 2003 und 2005 bis 2008 Abweichungen von den bisher berichteten Werten, da ein Berechnungsverfahren für Schiffsklimaanlagen implementiert wurde und so die in der Vergangenheit gemachten Rundungsfehler bei der manuellen Dateneingabe korrigiert werden konnten. Der $EF_{\text{Anwendung}} = 5\%$ von Schiffsklimaanlagen wird nicht mehr verwendet, da die unterschiedlichen Schiffstypen Klimaanlagen sehr unterschiedlicher Größe mit speziellen Verlustraten haben. Für Binnenschiffe beträgt der Emissionsfaktor der Anwendung 1 %, für Seefahrgastschiffe, Kreuzfahrtschiffe und Marineschiffe wird ein Emissionsfaktor der Anwendung von 2 % veranschlagt und der Emissionsfaktor der Anwendung von Seegüterschiffen wird auf 3% geschätzt. Durch die Verwendung der neuen Emissionsfaktoren zeigen die Anwendungsemissionen der Jahre 1997 bis 2008 Abweichungen von den bisher berichteten Werten. Die Rekalkulationen bei Schiffsklimaanlagen führten zu den in Tabelle 106 aufgeführten Änderungen der Emissionsdaten der Produktion und Anwendung in den Jahren 1997 bis 2008.

Die Installation eines Berechnungsverfahrens für Klimaanlagen von Nutzfahrzeugen im ZSE führte zu den in Tabelle 107 aufgeführten Änderungen der Emissionsdaten der Produktion, Anwendung und Entsorgung für die Jahre 1993 bis 2008. Die Abweichungen sind auf in der Vergangenheit gemachte Rundungsfehler bei der manuellen Dateneingabe zurückzuführen.

Die Implementierung eines Berechnungsverfahrens für Klimaanlagen in Schienenfahrzeugen im ZSE führte zu Änderungen der Emissionen der Produktion und der Aktivitätsrate der Anwendung für die Jahre 1992 bis 2008, die auf in der Vergangenheit gemachte Rundungsfehler bei der manuellen Dateneingabe zurückzuführen sind. Der Emissionsfaktor der Anwendung wurde an die Ergebnisse einer EU-Studie zu mobilen Klimaanlagen angepasst und hat nun einen Wert von 6%. Dadurch waren Rekalkulationen der Emissionen der Anwendung für die Jahre 1992 bis 2008 nötig. Alle Änderungen sind in Tabelle 108 aufgeführt.

Tabelle 103: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der Aktivitätsraten (AR) und der Emissionen (EM) in der Produktion und Anwendung von HFKW-125, HFKW-134a, HFKW-143a und HFKW-32 in Wärmepumpen der Quellgruppe 2.F.1.e.

	Einheit	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AR Produktion HFKW-125															
Resubmission 2010	t	0,7655	0,8443	1,2020	2,1632	2,5993	3,4443	5,1936	5,2294	6,4773		13,6708		33,7270	
Submission 2011	t	0,7660	0,8447	1,2022	2,1636	2,5995	3,4440	5,1944	5,2291	6,1539		13,6709		33,7446	
Differenz	t	+ 0,0005	+ 0,0004	+ 0,0002	+ 0,0003	+ 0,0003	- 0,0003	+ 0,0008	- 0,0002	- 0,3234		+ 0,0001		+ 0,0176	
AR Produktion HFKW-134a															
Resubmission 2010	t	3,4034	3,7210	4,6817	5,7063		8,09634	10,5120	10,2209	11,1506		14,4369	41,3962		
Submission 2011	t	3,4037	3,7210	4,6820	5,7066		8,09625	10,5129	10,2211	10,6745		14,4373	41,3967		
Differenz	t	+ 0,0003	+ 0,0001	+ 0,0003	+ 0,0003		- 0,0001	+ 0,0009	+ 0,0002	- 0,4760		+ 0,0004	+ 0,0005		
AR Produktion HFKW-143a															
Resubmission 2010	t	0,5093	0,5293	0,7335	0,7425		1,0865	1,6648	1,6413	2,3969			11,9192		
Submission 2011	t	0,5096	0,5297	0,7337	0,7426		1,0863	1,6651	1,6411	2,3627			11,9194		
Differenz	t	+ 0,0003	+ 0,0003	+ 0,0002	+ 0,0001		- 0,0002	+ 0,0004	- 0,0002	- 0,0342			- 0,0002		
AR Produktion HFKW-32															
Resubmission 2010	t	0,3078	0,3646	0,5348	1,4593	1,7714	2,3830	3,5664		4,1863		9,6254	20,8157	20,7056	
Submission 2011	t	0,3080	0,3648	0,5349	1,4595	1,7717	2,3829	3,5669		3,9076		9,6255	20,8159	20,7232	
Differenz	t	+ 0,0002	+ 0,0001	+ 0,0001	+ 0,0002	+ 0,0002	- 0,0001	+ 0,0005		- 0,2787		+ 0,0001	+ 0,0002	+ 0,0176	
EM Produktion HFKW-125															
Resubmission 2010	t	0,0005	0,0005	0,0007	0,0016	0,0018	0,0023	0,0035	0,0035	0,0058					
Submission 2011	t	0,0006	0,0007	0,0010	0,0020	0,0024	0,0032	0,0048	0,0049	0,0055					
Differenz	t	+ 0,0001	+ 0,0002	+ 0,0003	+ 0,0004	+ 0,0006	+ 0,0009	+ 0,0013	+ 0,0013	- 0,0003					
EM Produktion HFKW-134a															
Resubmission 2010	t	0,0067	0,0072	0,0087	0,0096	0,0106	0,0119	0,0136	0,0127	0,0158					
Submission 2011	t	0,0070	0,0076	0,0092	0,0105	0,0119	0,0137	0,0163	0,0155	0,0153					
Differenz	t	+ 0,0003	+ 0,0004	+ 0,0005	+ 0,0009	+ 0,0012	+ 0,0018	+ 0,0027	+ 0,0028	- 0,0005					
EM Produktion HFKW-32															
Resubmission 2010	t	0,0001	0,0002	0,0002	0,0010	0,0012	0,0016	0,0023	0,0024	0,0041					
Submission 2011	t	0,0003	0,0003	0,0005	0,0014	0,0018	0,0024	0,0035	0,0036	0,0038					
Differenz	t	+ 0,0001	+ 0,0002	+ 0,0002	+ 0,0004	+ 0,0005	+ 0,0008	+ 0,0012	+ 0,0012	- 0,0003					
AR Anwendung HFKW-125															
Resubmission 2010	t	0,3828	1,1877	2,2108	3,8934	6,2747	9,2965	13,6154	18,8269	24,6810	31,6819	42,2803	65,1765	98,1088	139,4584
Submission 2011	t	0,3830	1,1883	2,2118	3,8947	6,2762	9,2980	13,6172	18,8290	24,5205	31,3605	41,9589	64,8547	97,7874	139,1370
Differenz	t	+ 0,0002	+ 0,0007	+ 0,0010	+ 0,0013	+ 0,0016	+ 0,0015	+ 0,0018	+ 0,0021	- 0,1605	- 0,3214	- 0,3214	- 0,3217	- 0,3214	- 0,3214
AR Anwendung HFKW-134a															
Resubmission 2010	t	1,7017	3,9298	5,3690	7,4270	10,0469	13,5838	18,7405	24,5944	30,7574	38,1499	47,3912	70,7663	105,4816	202,3579
Submission 2011	t	1,7019	5,2643	9,4657	14,6600	20,8288	28,1924	37,4970	47,8640	58,3118	69,7073	82,9840	110,9010	152,5777	201,8839
Differenz	t	+ 0,0001	+ 1,3345	+ 4,0967	+ 7,2330	+ 10,782	+ 14,609	+ 18,757	+ 23,270	+ 27,554	+ 31,557	+ 35,593	+ 40,135	+ 47,096	- 0,4741
AR Anwendung HFKW-143a															
Resubmission 2010	t	0,2547	0,7740	1,4054	2,1434	2,9449	3,9184	5,2940	6,9471	8,9662	11,5408	15,1040	23,2508	36,1670	56,2287
Submission 2011	t	0,2548	0,7745	1,4061	2,1443	2,9458	3,9192	5,2949	6,9480	8,9499	11,5075	15,0707	23,2172	36,1336	56,1954
Differenz	t	+ 0,0002	+ 0,0005	+ 0,0007	+ 0,0009	+ 0,0010	+ 0,0009	+ 0,0009	+ 0,0009	- 0,0162	- 0,0333	- 0,0333	- 0,0335	- 0,0333	- 0,0333

	Einheit	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AR Anwendung HFKW-32															
Resubmission 2010	t	0,1539	0,4901	0,9399	1,9370	3,5523	5,6296	8,6043	12,1973	16,1009	20,6386	27,8966	43,1175	63,8869	86,8932
Submission 2011	t	0,1540	0,4904	0,9402	1,9374	3,5530	5,6303	8,6052	12,1984	15,9619	20,3610	27,6191	42,83985	63,6093	86,6156
Differenz	t	+ 0,0001	+ 0,0002	+ 0,0003	+ 0,0005	+ 0,0007	+ 0,0008	+ 0,0009	+ 0,0012	- 0,1389	- 0,2776	- 0,2776	- 0,2777	- 0,2776	- 0,2776
EM Anwendung HFKW-125															
Resubmission 2010	t								0,47067	0,6170	0,7920	1,0570	1,6294	2,4527	3,4865
Submission 2011	t								0,47072	0,6130	0,7840	1,0490	1,6214	2,4447	3,4784
Differenz	t								+ 0,0001	- 0,0040	- 0,0080				
EM Anwendung HFKW-134a															
Resubmission 2010	t	0,0359	0,1111	0,2005	0,3126	0,4477	0,6110	0,8211	1,0576	1,3029	1,5742	1,8834	2,5465	3,5454	4,7171
Submission 2011	t	0,0363	0,1125	0,2031	0,3169	0,4541	0,6197	0,8328	1,0729	1,3166	1,5855	1,9002	2,5732	3,5853	4,7715
Differenz	t	+ 0,0005	+ 0,0014	+ 0,0026	+ 0,0044	+ 0,0064	+ 0,0087	+ 0,0117	+ 0,0153	+ 0,0137	+ 0,0113	+ 0,0168	+ 0,0267	+ 0,0398	+ 0,0544
EM Anwendung HFKW-143a															
Resubmission 2010	t									0,2242	0,2885	0,3776	0,5813	0,9042	1,4057
Submission 2011	t									0,2237	0,2877	0,3768	0,5804	0,9033	1,4049
Differenz	t									- 0,0004	- 0,0008				
EM Anwendung HFKW-32															
Resubmission 2010	t									0,4025	0,5160	0,6974	1,0779	1,5972	2,1723
Submission 2011	t									0,3990	0,5090	0,6905	1,0710	1,5902	2,1654
Differenz	t									- 0,0034	- 0,0069				

Tabelle 104: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der Aktivitätsraten (AR) und der Emissionen (EM) in der Produktion, Anwendung und Entsorgung von HFKW-134a in Busklimaanlagen der Quellgruppe 2.F.1.f.

	Einheit	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AR Produktion																	
Resubmission 2010	t			57,800	65,200	78,100	93,500	89,400	105,800	89,400	77,400	91,080	84,360	75,300	79,600		
Submission 2011	t			58,141	64,603	77,744	93,492	89,397	105,440	89,598	77,434	91,076	84,365	75,330	79,615		
Differenz	t			+ 0,341	- 0,597	- 0,356	- 0,008	- 0,003	- 0,360	+ 0,198	+ 0,034	- 0,004	+ 0,005	+ 0,030	+ 0,015		
AR Anwendung																	
Resubmission 2010	t		49,26	80,99	120,64	168,75	213,74	258,53	307,23	355,00	400,70	442,70	479,30	503,29	518,33	535,42	552,29
Submission 2011	t		49,13	80,82	120,39	168,25	213,16	257,94	306,57	354,28	400,03	442,10	478,67	502,64	517,82	534,95	551,89
Differenz	t		- 0,13	- 0,18	- 0,26	- 0,51	- 0,58	- 0,58	- 0,66	- 0,72	- 0,67	- 0,60	- 0,63	- 0,65	- 0,51	- 0,47	- 0,39
EM Anwendung																	
Resubmission 2010	t	2,50	7,40	12,10	18,10	25,30	32,10	38,80	46,10	53,20	60,10	66,40	71,90	75,50	77,80	80,30	82,84
Submission 2011	t	2,49	7,37	12,12	18,06	25,24	31,97	38,69	45,99	53,14	60,01	66,31	71,80	75,40	77,67	80,24	82,78
Differenz	t	- 0,01	- 0,03	+ 0,02	- 0,04	- 0,06	- 0,13	- 0,11	- 0,11	- 0,06	- 0,09	- 0,09	- 0,10	- 0,10	- 0,13	- 0,06	- 0,06
AR Entsorgung																	
Resubmission 2010	t														32,18	31,29	37,00
Submission 2011	t														31,91	31,47	36,67
Differenz	t														- 0,27	+ 0,18	- 0,34
EM Entsorgung																	
Resubmission 2010	t														9,65	9,39	11,10
Submission 2011	t														9,57	9,44	11,00
Differenz	t														- 0,08	+ 0,05	- 0,10

Tabelle 105: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der Aktivitätsraten (AR) und der Emissionen (EM) in der Produktion, Anwendung und Entsorgung von HFKW-134a in Klimaanlage von Landmaschinen der Quellgruppe 2.F.1.f.

	Einheit	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AR Produktion																
Resubmission 2010	t	19,000	23,800	30,100	31,000	35,100	36,800	42,000	47,400	59,700	67,930	80,960	89,572	86,320		116,763
Submission 2011	t	4,560	23,693	30,482	31,148	35,087	36,663	42,299	47,641	59,257	67,745	81,386	89,795	86,324		111,890
Differenz	t	- 14,440	- 0,107	+ 0,382	+ 0,148	- 0,013	- 0,137	+ 0,299	+ 0,241	- 0,443	- 0,185	+ 0,426	+ 0,223	+ 0,004		- 4,873
EM Produktion																
Resubmission 2010	t	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,200	0,200	0,200	0,300	0,300	0,300		0,373
Submission 2011	t	0,014	0,081	0,104	0,106	0,120	0,126	0,145	0,164	0,204	0,231	0,279	0,308	0,296		0,357
Differenz	t	- 0,086	- 0,019	+ 0,004	+ 0,006	+ 0,020	+ 0,026	+ 0,045	- 0,036	+ 0,004	+ 0,031	- 0,021	+ 0,008	- 0,004		- 0,016
AR Anwendung																
Resubmission 2010	t		17,924	32,583	49,699	69,673	92,011	115,413	140,880	169,758	200,062	226,350	250,917	277,460	301,509	325,889
Submission 2011	t		17,894	32,614	49,877	69,909	92,212	115,666	141,274	169,988	200,029	226,367	251,342	277,645	301,542	325,865
Differenz	t		- 0,030	+ 0,031	+ 0,178	+ 0,236	+ 0,201	+ 0,252	+ 0,394	+ 0,230	- 0,033	+ 0,017	+ 0,425	+ 0,185	+ 0,033	- 0,024
EM Anwendung																
Resubmission 2010	t	0,900	2,800	5,900	9,000	12,500	16,300	20,200	24,400	29,200	34,200	38,300	41,900	45,900	49,500	53,021
Submission 2011	t	1,050	3,304	5,942	8,995	12,506	16,313	20,240	24,505	29,249	34,169	38,278	41,984	45,912	49,424	52,977
Differenz	t	+ 0,150	+ 0,504	+ 0,042	- 0,005	+ 0,006	+ 0,013	+ 0,040	+ 0,105	+ 0,049	- 0,031	- 0,022	+ 0,084	+ 0,012	- 0,076	- 0,043
AR Entsorgung																
Resubmission 2010	t												13,288	16,031	18,200	
Submission 2011	t												13,299	16,211	18,315	
Differenz	t												- 0,059	+ 0,180	+ 0,116	
EM Entsorgung																
Resubmission 2010	t												3,986	4,810	5,460	
Submission 2011	t												3,969	4,863	5,495	
Differenz	t												- 0,018	+ 0,053	+ 0,035	

Tabelle 106: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der Aktivitätsraten (AR), des Emissionsfaktors (EF) und der Emissionen (EM) in der Produktion und Anwendung von HFKW-134a in Klimaanlage von Schiffen der Quellgruppe 2.F.1.f.

	Einheit	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AR Produktion													
Resubmission 2010	t	11,100	10,850	9,350	8,650	9,650	9,400	9,100	9,550	12,800	14,200	16,050	16,100
Submission 2011	t	20,220	19,610	15,830	14,530	15,410	16,740	15,990	16,560	18,030	21,710	21,090	23,100
Differenz	t	+ 9,120	+ 8,760	+ 6,480	+ 5,880	+ 5,760	+ 7,340	+ 6,890	+ 7,010	+ 5,230	+ 7,510	+ 5,040	+ 7,000
EM Produktion													
Resubmission 2010	t	0,111	0,109	0,094	0,087	0,097	0,094	0,091	0,096	0,128	0,142	0,1605	0,161
Submission 2011	t	0,202	0,196	0,158	0,145	0,154	0,167	0,160	0,166	0,180	0,217	0,211	0,231
Differenz	t	+ 0,091	+ 0,088	+ 0,065	+ 0,059	+ 0,058	+ 0,073	+ 0,069	+ 0,070	+ 0,052	+ 0,075	+ 0,050	+ 0,070
AR Anwendung													
Resubmission 2010	t						31,475	38,350		55,050	63,950	72,625	85,775
Submission 2011	t						31,100	37,975		55,200	64,375	73,175	86,325
Differenz	t						- 0,375	- 0,375		+ 0,150	+ 0,425	+ 0,550	+ 0,550
EF Anwendung													
Schiffe Resubmission 2010	%	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Binnen-Schiffe Submission 2011	%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
See-Güterschiffe Submission 2011	%	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Andere See-Schiffe Submission 2011	%	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Differenz	%	- 40 - 80											
EM Anwendung													
Resubmission 2010	t	0,700	1,600	2,500	4,100	5,800	7,600	9,400	11,500	13,800	16,100	18,400	22,700
Submission 2011	t	0,570	1,763	3,028	4,303	5,623	6,990	8,505	10,265	12,168	14,143	16,095	19,430
Differenz	t	- 0,130	+ 0,163	+ 0,528	+ 0,203	- 0,177	- 0,610	- 0,895	- 1,235	- 1,633	- 1,958	- 2,305	- 3,270

Tabelle 107: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der Aktivitätsraten (AR) und der Emissionen (EM) in der Produktion, Anwendung und Entsorgung von HFKW-134a in Klimaanlage von Nutzfahrzeugen der Quellgruppe 2.F.1.f.

	Einheit	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AR Produktion																	
Resubmission 2010	t	5,500	19,700	44,971	46,681	71,686	101,089	115,803	131,235	145,162	143,972	164,900	204,100	220,600	246,100	282,634	298,081
Submission 2011	t	5,332	20,091	44,865	46,414	72,104	100,993	112,225	128,713	140,508	139,305	159,558	201,163	219,310	247,019	286,605	300,034
Differenz	t	-0,168	+0,391	-0,107	-0,268	+0,419	-0,096	-3,578	-2,522	-4,654	-4,667	-5,232	-2,937	-1,290	+0,919	+3,970	+1,953
EM Produktion																	
Resubmission 2010	t	0	0	0,100	0,100	0,100	0,200	0,200	0,200	0,300	0,300	0,300	0,400	0,400	0,460	0,540	0,584
Submission 2011	t	0,010	0,036	0,079	0,084	0,132	0,185	0,205	0,234	0,259	0,299	0,374	0,409	0,467	0,550	0,592	0,592
Differenz	t	+0,010	+0,036	-0,021	-0,016	+0,032	-0,015	+0,005	+0,034	-0,041	-0,041	-0,001	-0,026	+0,009	+0,007	+0,010	+0,008
AR Anwendung																	
Resubmission 2010	t	2,700	11,000	30,100	56,700	90,900	140,000	206,000	281,100	358,700	436,200	514,900	601,300	691,300	791,600	905,100	1012,370
Submission 2011	t	2,209	11,162	30,324	57,078	91,645	140,897	206,473	281,218	358,410	434,880	512,397	597,856	687,318	787,571	901,379	1009,072
Differenz	t	-0,491	+0,162	+0,224	+0,378	+0,745	+0,897	+0,473	+0,118	-0,290	-0,320	-2,503	-3,444	-3,982	-4,029	-3,721	-3,297
EM Anwendung																	
Resubmission 2010	t	0,300		4,100	7,800	12,400	19,000	28,000	38,300	48,900	59,200	69,600	80,800	92,500	105,100	119,300	132,539
Submission 2011	t	0,296		4,137	7,822	12,503	19,141	28,072	38,334	48,860	59,105	69,343	80,530	92,087	104,745	119,002	132,257
Differenz	t	-0,004		+0,037	+0,022	+0,103	+0,141	+0,072	+0,034	-0,040	-0,095	-0,257	-0,270	-0,413	-0,355	-0,298	-0,281
AR Entsorgung																	
Resubmission 2010	t											4,514	13,196	24,753	28,507	39,918	58,145
Submission 2011	t											4,418	13,489	24,833	28,676	40,457	58,046
Differenz	t											-0,096	+0,293	+0,080	+0,1639	+0,539	-0,099
EM Entsorgung																	
Resubmission 2010	t											1,354	3,959	7,426	8,552	11,976	17,443
Submission 2011	t											1,325	4,047	7,450	8,603	12,137	17,414
Differenz	t											-0,029	+0,088	+0,024	+0,051	+0,162	-0,030

Tabelle 108: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der Emissionen (EM) der Produktion und der Aktivitätsraten (AR), Emissionsfaktoren (EF) und Emissionen (EM) in Anwendung von HFKW-134a in Klimaanlage von Schienenfahrzeugen der Quellgruppe 2.F.1.f.

	Einheit		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
EM Produktion										
Resubmission 2010	t		0,0070	0,0130	0,0130				0,0359	0,0300
Submission 2011	t		0,0066	0,0132	0,0132				0,0360	0,0301
Differenz	t		- 0,0004	+ 0,0002	+ 0,0002				+ 0,0001	+ 0,0001
AR Anwendung										
Resubmission 2010	t		1,6464	6,5856	13,1712	20,9640	31,5600	45,8400	63,0300	79,5500
Submission 2011	t		1,6450	6,5850	13,1750	20,9700	31,5632	45,8411	63,0297	79,5477
Differenz	t		- 0,001	- 0,001	+ 0,004	+ 0,006	+ 0,003	+ 0,001	- 0,0003	- 0,002
EF Anwendung										
Resubmission 2010	t		0,1215	0,0911	0,0911	0,0954	0,0792	0,0698	0,0714	0,0691
Submission 2011	t		0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Differenz	t		- 0,0615	- 0,0311	- 0,0311	- 0,0354	- 0,0192	- 0,0098	- 0,0114	- 0,0091
EM Anwendung										
Resubmission 2010	t		0,20	0,60	1,20	2,00	2,50	3,20	4,50	5,50
Submission 2011	t		0,10	0,40	0,79	1,26	1,89	2,75	3,78	4,77
Differenz	t		- 0,10	- 0,20	- 0,41	- 0,74	- 0,61	- 0,45	- 0,72	- 0,73
	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
EM Produktion										
Resubmission 2010	t									
Submission 2011	t									
Differenz	t									
AR Anwendung										
Resubmission 2010	t	97,8439	121,1144	145,4418	164,2060	177,9253	192,5948	207,9378	217,9140	224,3974
Submission 2011	t	97,8496	121,1201	145,4475	164,2117	177,9310	192,6005	207,9435	217,9197	224,4034
Differenz	t	+ 0,006								
EF Anwendung										
Resubmission 2010	t	0,0654	0,0611	0,0605	0,0609	0,0607	0,0607	0,0606	0,0606	0,0606
Submission 2011	t	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Differenz	t	- 0,0011	- 0,0005	- 0,0005	- 0,0009	- 0,0007	- 0,0007	- 0,0006	- 0,0006	- 0,0006
EM Anwendung										
Resubmission 2010	t	6,40	7,40	8,80	10,00	10,80	11,70	12,60	13,20	13,60
Submission 2011	t	5,87	7,27	8,73	9,85	10,68	11,56	12,48	13,08	13,46
Differenz	t	- 0,53	- 0,13	- 0,07	- 0,15	- 0,12	- 0,14	- 0,12	- 0,12	- 0,14

4.7.1.5 Geplante Verbesserungen (2.F.1 alle)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.7.2 Schaumherstellung (2.F.2)

Auch bei der Schaumherstellung werden teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW) als Ersatz für die Ozonschicht schädigenden und klimaschädlichen FCKW und HFCKW seit 1993 eingesetzt.

In der nationalen Datenbank ZSE erfolgt eine Einteilung in Hart- und Weichschäume. 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 Integralschaum- und Hartschaumprodukte. Hartschaumprodukte kommen in vielen verschiedenen Anwendungen vor, z.B. Hausgeräte, Dämmplatten, Sandwichelementen, Kleinserienisolierschäumen. Integralschäume werden z.B. bei Sport- und Freizeitschuhen sowie Automobilteilen eingesetzt. Im Zeitraum zwischen 1996 und 1997 wurden HFKW nur bei Integralschäumen eingesetzt und seit 1998 auch als Treibmittel in PU-Hartschäumen. Die Verwendung von HFKW geht zugunsten von Kohlenwasserstoffen wie Pentan zurück.

Die Zeitreihe beginnt erst 1996 und zeigt einen zunächst geringen Anstieg der Emissionen. Beides steht in Einklang mit der historischen Entwicklung des HFKW-Einsatzes in dieser Anwendung, der in Folge des langen HFCKW-Einsatzes erst langsam beginnt.

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.

In den Jahren 2002 bis 2004 wurde auch noch HFKW-227ea für Hart- und Integralschäume eingesetzt. Die Verwendung von HFKW-134a in der Fertigung von PU-Hartschäumen ist ab 2004 eingestellt.

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 101 entnommen werden und entsprechen bei PU-Hartschaum unter Verwendung von HFKW-134a den in den IPCC-GPG (2000) 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/245fa 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 HFKW-134a oder HFKW-152a. 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, wodurch zukünftig mit stark sinkenden Emissionen zu rechnen ist.

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.

Aktivitätsdaten

Für die Ermittlung des inländischen HFKW-Neuverbrauchs zur Abfüllung und die 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 verwendete HFKW direkt vom europäischen Verband CEFIC⁴⁵ respektive dessen Branchengruppe EXIBA⁴⁶ 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

⁴⁵ CEFIC – The [European Chemical Industry Council](#)

⁴⁶ EXIBA – European Extruded Polystyrene Insulation Board Association

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 CEFIC⁴⁷ bzw. dessen Branchenverband EXIBA⁴⁸ mitgeteilt.

Der Sprecher des Fachverbands Polystyrol-Extruderschäumstoff e.V. (FPX) schätzte die jährlichen Ausgasungen von eingeschlossenem HFKW-134a-Zellgas im Jahr 2002 auf unter 1 %. Dem zugrunde liegt u.a. eine interne Studie der BASF über die Halbwertszeit verschiedener Zellgase, u.a. auch HFKW-134a (WEILBACHER 1987). Der $EF_{\text{Anwendung}}$ aus dieser Laborstudie wird für den HFKW-134a benutzt. Die Diffusion aus den Platten ist dickeabhängig und kann nur als Durchschnitt bzw. als Wert für bestimmte Plattenstärken angegeben werden. Somit ist der angegebene Wert auf eine mittlere Plattenstärke bezogen.

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.

⁴⁷ CEFIC – The European Chemical Industry Council

⁴⁸ EXIBA – European Extruded Polystyrene Insulation Board Association

Die Fertigungsemissionen bei der Anwendung des HFKW-152a von 100 % stimmen nicht mit den bisherigen IPCC-Schätzungen überein, wurden jedoch vom Fachverband als realistisch präsentiert.

Die durch eine Laborstudie erhaltene Emissionsrate aus dem laufenden Bestand wird angewendet, solange es keine zuverlässigen Messungen an wirklich genutzten Dämmplatten gibt, die in der Aussagekraft noch höher zu bewerten wären als Laborwerte.

4.7.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.2)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.7.2.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (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.

Ein $EF_{\text{Anwendung}}$ wird nur für HFKW-236fa verwendet. Dieser basiert auf Expertenschätzungen und steigt von 1 % auf 5 % bis zum Jahr 2007, um die größere Wahrscheinlichkeit von Undichtigkeiten älterer Anlagen zu berücksichtigen.

Entsprechend der *IPCC Guidelines 2006* werden für den HFKW-23 der Emissionsfaktor der Anwendung auf 4 % und der Emissionsfaktor der Entsorgung auf 100% gesetzt.

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). Damit wird nicht der gesamte Markt erfasst, da es noch weitere Anbieter gibt. Hier wird eine Hochrechnung aufgrund der von der Firma geschätzten Marktanteile 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 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.3)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.7.3.5 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (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 Befüllemmissionen. 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 (1996b, Seite 2.61) von einer 100 %igen Emission 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 (Apothekenverkäufe) 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 die der Aktivitätsrate der Anwendung auf Expertenschätzungen. Die Erhebungen des *Statistischen Bundesamtes* im Bereich Dosieraerosole liegen nicht rechtzeitig für das laufende Berichtsjahr vor, es wird jedoch 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 beginnt 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 Novelty-Aerosolen 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 führt.

4.7.4.2 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-GL 1996b, 2.61) sachgerecht von einer 100 %igen Emission bei der Anwendung ausgegangen ($EF_{\text{Anwendung}} = 1$). Von der in Deutschland abgesetzten Anzahl von Dosen wird, wie in IPCC-GPG (2000), angenommen, dass eine Hälfte noch im gleichen und die andere Hälfte im folgenden Jahr verbraucht wird.

$EF_{\text{Herstellung}}$ 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. 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 seit 1995 weitgehend unverändert.

4.7.4.3.1 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.4 alle)

Ein durchgeführter Datenabgleich mit den Erhebungen des *Statistischen Bundesamtes* machte eine Rekalkulation der Produktionsdaten von Dosieraerosolen für das Jahr 2008 nötig. Die Aktivitätsrate der Produktion im Jahr 2008 musste von 300 t auf 317 t HFKW-134a korrigiert werden. Damit stiegen auch die Befüllungsemissionen von 3 t auf 3,17 t HFKW-134a.

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

Ein Emissionsfaktor für die Herstellung ist nicht definierbar. 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 aggregiert mit Daten aus der Produktion von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF₆ (2.E) und aus der Metallproduktion (2.C.5) unter 2.G berichtet.

4.7.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.5)

Die Unsicherheiten für die Unterquellgruppe *Lösemittel* wurden vollständig erfasst.

4.7.5.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.5)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.7.5.5 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.5)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.7.6 Halbleiterproduktion (2.F.6)

4.7.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.6)

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.

4.7.6.2 Methodische Aspekte (2.F.6)

Die Emissionen können nicht allein anhand der eingesetzten Mengen (Verkäufe des Gasehandels) ermittelt werden, weil die Differenz zwischen Verbrauch und Emission von verschiedenen Faktoren abhängig ist, nämlich der nur partiellen chemischen Umsetzung im Plasmareaktor und der Wirkung nachgeschalteter Abgasreinigungsanlagen.

Emissionsfaktoren

Während des Ätzprozesses setzen sich nur etwa 15 % des zugeführten CF_4 chemisch um. Der Emissionsfaktor als inverse Umsetzungsrate beträgt also 85 % des CF_4 -Verbrauchs.

Aktivitätsdaten

Gesicherte Emissionsdaten liegen für 1990 und 1995 vor. Für die Jahre 1991 bis 1994 wurde eine lineare Interpolation durchgeführt.

Bis zum Berichtsjahr 2000 basierten die Emissionsangaben auf Befragungen durch EECA-ESIA (European Electronic Component Manufacturers Association – European Semiconductor Industry Association). Die nationalen Hersteller wurden zu Produktionskapazitäten, eingesetzten Stoffmengen und Abgasbehandlungstechniken befragt.

Seit dem Jahr 2001 liegen aufgrund einer freiwilligen Zusage der Halbleiterindustrie Emissionsangaben für diese Teilgruppe für alle Einzelstoffe vor. Die Emissionsdaten werden nach einer einheitlichen Berechnungsformel (Tier 2c-Ansatz) aus dem jährlichen Verbrauch für jede Produktionsstätte berechnet, aggregiert und vom Zentralverband Elektrotechnik- und Elektroindustrie e.V. (ZVEI, Bauelemente) an das Umweltbundesamt gemeldet.

4.7.6.3 Quellspezifische Rückrechnungen (2.F.6)

Rückrechnungen sind nicht durchgeführt worden.

4.7.6.4 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.F.6)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.7.7 Elektrische Betriebsmittel (2.F.7)

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.

4.7.7.1 Anwendung elektrischer Betriebsmittel (2.F.7.a)

4.7.7.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.7.a)

In der elektrischen Energieübertragung und -verteilung findet SF₆ als Lösch- und auch als Isoliermittel anstelle von Luft vor allem in Schaltanlagen und Schaltgeräten der Hochspannung (52-380 kV) und zunehmend auch in der Mittelspannung (10-52 kV) Verwendung. Außerdem wird es noch bei der Herstellung von Komponenten eingesetzt, die entweder in gasisolierten Innenraum-Schaltanlagen eingebaut werden (Wandler, Durchführungen) oder direkt zu Betreibern gelangen (HS-Freiluftwandler).

Durch die erstmalige Erfassung weiterer SF₆-Anwendungen im Berichtsjahr 2002 kam es in der Zeitreihe im Jahr 2002 zu einem sprunghaften Anstieg der Emissionen. Im Berichtsjahr 2005 wurden neue Unternehmen in die Berichtserstattung aufgenommen, insbesondere in der neuen Kategorie „Sonstige elektrische Betriebsmittel“. Konjunkturell 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.

4.7.7.1.2 Methodische Aspekte (2.F.7.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. Vereinzelt 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 Verband der Netzbetreiber e.V. (VDN) 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 109 sind die Inventardaten 2009 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 109: Inventardaten 2009 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	Herstellung	Betrieb
	(Tonnen SF ₆)				
Elektrische Betriebsmittel der Energieübertragung und -verteilung 2.F.8 (Summe), darin:	912,9	1955	5,8	13,7	7,4
MS Schaltanlagen und -geräte (in hermetisch abgeschlossenen Drucksystemen)*	153,0	799,7	0,17	1,0	0,8
HS Schaltanlagen und -geräte (in geschlossenen Drucksystemen)**	681,0	978,2	5,65	4,7	6,1
Sonstige Elektrische Betriebsmittel***	78,9	177,3	IE	8,0	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)

4.7.7.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.7.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 % betragen. 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 eine ungewöhnliche Entwicklung, nämlich 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. Davon abgesehen kann aber heute – im eingeschwungenen Zustand - 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.

4.7.7.1.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.7.a)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.7.7.1.5 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.7a)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.7.7.2 Anwendung in Teilchenbeschleunigern (2.F.7.b)

4.7.7.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.7b)

SF₆ wird bei Teilchenbeschleunigern als Isolatorgas eingesetzt. Hochspannungsgeräte (0,3 bis über 23 MV) werden an Hochschulinstututen, 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.

4.7.7.2.2 Methodische Aspekte (2.F.7.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.

4.7.7.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.7.b)

Eine systematische Quantifizierung der Unsicherheiten für die Quellgruppe ist erfolgt.

4.7.7.2.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.7b)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.7.7.2.5 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.7b)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.7.8 Sonstige (2.F.8)

Diese Quellgruppe umfasst die Anwendungen *Isolierglasfenster* (2.F.8.a), *Autoreifen* (2.F.8.b), *Sportschuhe* (2.F.8.c), *Spurengas* (2.F.8.d), *AWACS-Wartung* (2.F.8.e), *Schweißen* (2.F.8.f), *Optische Glasfasern* (2.F.8.g) und *Photovoltaik* (2.F.8.h).

4.7.8.1 Isolierglasfenster (2.F.8.a)

4.7.8.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.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.

4.7.8.1.2 Methodische Aspekte (2.F.8.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. $EF_{\text{Herstellung}}$ 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 $EF_{\text{Anwendung}}$ von 1 % bezogen auf den seit 1975 akkumulierten SF₆-Bestand, der im Durchschnitt des Jahres n besteht.

Entsorgungsverluste fallen am Ende der Nutzungsphase der Scheiben an, durchschnittlich 25 Jahre nach der Befüllung. Darum sind erst ab dem Jahr 2000 Abgänge durch Entsorgung bei den Emissionen zu berücksichtigen.

Da die Scheiben in jedem Jahr 1 % Gas vom Vorjahreswert verlieren, wird bei der Entsorgung nur ein Teil der ursprünglichen Füllung emittiert. Da aber keine Rückgewinnung stattfindet, erfolgt eine 100%ige Emission ($EF_{\text{Entsorgung}} = 1$).

Aktivitätsdaten

Der Jahres-Neuverbrauch wird mittels top-down-Erhebung gewonnen (Inlandsabsatz des Gasehandels). Eine Gegenprobe mittels bottom-up Erhebung (Einkaufsdaten der Hersteller) entfällt aus praktischen Gründen, da die Anzahl der Hersteller mit fast 400 zu groß ist. Von 2006 bis 2009 erfolgte ein Datenabgleich des Jahres-Neuverbrauchs mit den vom *Statistischen Bundesamt* durchgeführten jährlichen Erhebungen.

4.7.8.2 Autoreifen (2.F.8.b)

4.7.8.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.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.

4.7.8.2 Methodische Aspekte (2.F.8.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.

4.7.8.3 Sportschuhe (2.F.8.c)

4.7.8.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.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.

4.7.8.3.2 Methodische Aspekte (2.F.8.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 zusammen mit denen zu Flugzeugradar, zum Schweißen und denen der Verwendung von SF₆ in Aluminiumgiessereien 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.

4.7.8.4 Spurengas (2.F.8.d)

4.7.8.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.d)

Als stabiles und auch in extrem geringer Konzentration gut nachweisbares Spurengas wird SF_6 von Forschungseinrichtungen für die Untersuchung bodennaher und atmosphärischer Luftströmungen und Gasausbreitungen sowie von Wasserströmungen eingesetzt.

Ab dem Berichtsjahr 2007 ist SF_6 als Spurengas gegenüber den Vorjahren deutlich weniger eingesetzt worden.

4.7.8.4.2 Methodische Aspekte (2.F.8.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.

4.7.8.5 AWACS Wartung (2.F.8.e)

4.7.8.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.e)

SF_6 wird in den großen militärischen Aufklärungsflugzeugen vom Typ Boeing 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 SF_6 zum Druckausgleich abgelassen wird.

4.7.8.5.2 *Methodische Aspekte (2.F.8.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 zusammen mit denen von Sportschuhsolen, vom Schweißen und der Verwendung von SF₆ in Aluminiumgiessereien berichtet, da diese Daten der Vertraulichkeit unterliegen.

4.7.8.6 *Schweißen (2.F.8.f)*

4.7.8.6.1 *Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.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.

4.7.8.6.2 *Methodische Aspekte (2.F.8.f)*

Wegen der Datenvertraulichkeit werden Verbrauch und Emissionen beim Schweißen zusammen mit den Anwendungen in Sportschuhen und AWACS Wartung sowie der Verwendung von SF₆ in Aluminiumgiessereien 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.

4.7.8.7 *Optische Glasfasern (2.F.8.g)*

4.7.8.7.1 *Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.g)*

Die Verwendung von SF₆ bei der Herstellung optischer Glasfasern begann im Jahr 2002. SF₆ wird bei der Herstellung optischer Glasfaserkabel zur Fluorotierung eingesetzt. Es gibt in Deutschland zahlreiche Produktionsbetriebe.

4.7.8.7.2 *Methodische Aspekte (2.F.8.g)*

Emissionen treten bei der Produktion der optischen Glasfaserkabel auf.

Emissionsfaktoren

Die 2006 IPCC Guidelines⁴⁹ 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.

4.7.8.8 Photovoltaik (2.F.8.h)

4.7.8.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.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 mit fast 5 t seinen Spitzenwert im Jahr 2004 erreichte, ging bis Ende 2009 auf weniger als 1 t zurück und dürfte spätestens 2013 ganz verschwunden sein. Er wird erstmals in diesem Jahr berichtet.

4.7.8.8.2 Methodische Aspekte (2.F.8.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 2009 lag er bei knapp 6%.

⁴⁹ 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.

4.7.8.9 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.8 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, Füllgeräteelieferanten 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.

4.7.8.10 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.8 alle)

Es wurden Rekalkulationen in der Quellgruppe 2.F.8.h „Photovoltaik“ ab dem Berichtsjahr 2002 durchgeführt. Diese Rekalkulationen basieren auf der im Kapitel erwähnten Studie, für die direkte Gespräche mit den Herstellern geführt wurden. Neu berichtet werden die Stoffe CF₄ zur Kantenisolierung und NF₃. Die Änderungen der Aktivitätsraten, der Emissionen und der Emissionsfaktoren der Produktion mit SF₆ sind in Tabelle 110 aufgeführt.

Weitere Rekalkulationen wurden für die Quellgruppe 2.F.8.a „Schallschutzfenster“ durchgeführt. Hier führte eine Expertenüberprüfung des Modells zu Konkretisierungen, die leicht veränderte Aktivitätsraten und Emissionen der Anwendung ab dem Berichtsjahr 2001 und der Entsorgung ab dem Berichtsjahr 2000 zum Ergebnis hatten. Alle Änderungen sind in Tabelle 111 aufgeführt.

Tabelle 110: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der Aktivitätsraten (AR), der Emissionen (EM) und der Emissionsfaktoren (EF) für SF₆, NF₃ und CF₄ in der Produktion photovoltaischer Zellen in der Quellgruppe 2.F.8.h.

2.F.8.h Produktion photovoltaischer Zellen	Einheit	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AR Produktion SF₆								
Resubmission 2010	t	0,300	1,200	1,200	2,000	5,720		40,040
Submission 2011	t	0	1,750	2,520	2,490	6,450		58,082
Differenz	t	- 0,300	+ 0,550	+ 0,320	+ 0,490	+ 0,730		+ 18,042
EM Produktion SF₆								
Resubmission 2010	t	0,150	0,600	0,600	1,000	2,960	12,469	20,020
Submission 2011	t	0	0,700	0,839	0,857	0,961	1,721	3,253
Differenz	t	- 0,150	+ 0,100	+ 0,239	- 0,143	- 1,899	- 10,748	- 16,767
EF Produktion SF₆								
Resubmission 2010	[1]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Submission 2011	[1]	0,400	0,400	0,333	0,344	0,149	0,069	0,056
Differenz	%	- 20	- 20	- 33,4	- 31,2	- 70,2	- 86,2	- 88,8
AR Produktion NF₃								
Resubmission 2010	t					0	0	0
Submission 2011	t					2,74	5,80	30,20
Differenz	t					+ 2,74	+ 5,80	+ 30,20
EM Produktion NF₃								
Resubmission 2010	t					0	0	0
Submission 2011	t					0,04	0,09	0,45
Differenz	t					+ 0,04	+ 0,09	+ 0,45
EF Produktion NF₃								
Resubmission 2010	[1]					0	0	0
Submission 2011	[1]					0,015	0,015	0,015
Differenz	%					100	100	100
AR Produktion CF₄								
Resubmission 2010	t	0	0	0	0	0	0	0
Submission 2011	t	3,769	4,400	4,876	4,414	3,812	3,950	1,544
Differenz	t	+ 3,769	+ 4,400	+ 4,876	+ 4,414	+ 3,812	+ 3,950	+ 1,544
EM Produktion CF₄								
Resubmission 2010	t	0	0	0	0	0	0	0
Submission 2011	t	0,264	0,308	0,341	0,309	0,267	0,277	0,108
Differenz	t	+ 0,264	+ 0,308	+ 0,341	+ 0,309	+ 0,267	+ 0,277	+ 0,108
EF Produktion CF₄								
Resubmission 2010	[1]	0	0	0	0	0	0	0
Submission 2011	[1]	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Differenz	%	+ 100	+ 100					

Tabelle 111: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der Aktivitätsraten (AR) und der Emissionen (EM) für SF₆ in der Quellgruppe 2.F.8.a - Isolierglasfenster.

2.F.8.a Isolierglasfenster	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AR Anwendung										
Resubmission 2010	t		2063,51	2077,83	2072,72	2057,00	2030,95	1993,50	1947,17	1892,72
Submission 2011	t		2059,27	2066,35	2052,25	2027,20	1991,50	1944,07	1887,43	1822,34
Abweichung	t		- 4,24	- 11,48	- 20,48	- 29,80	- 39,45	- 49,43	- 59,74	- 70,38
EM Anwendung										
Resubmission 2010	t		20,64	20,78	20,73	20,57	20,31	19,93	19,47	18,93
Submission 2011	t		20,59	20,66	20,52	20,27	19,91	19,44	18,87	18,22
Abweichung	t		- 0,04	- 0,11	- 0,20	- 0,30	- 0,39	- 0,49	- 0,60	- 0,70
AR Entsorgung										
Resubmission 2010	t	2,74	5,60	11,41	17,53	23,86	30,43	37,24	44,30	51,61
Submission 2011	t	5,60	11,41	17,53	23,86	30,43	37,24	44,30	51,61	59,15
Abweichung	t	+ 2,86	+ 5,81	+ 6,12	+ 6,33	+ 6,57	+ 6,82	+ 7,06	+ 7,30	+ 7,55
EM Entsorgung										
Resubmission 2010	t	2,74	5,60	11,41	17,53	23,86	30,43	37,24	44,30	51,61
Submission 2011	t	5,60	11,41	17,53	23,86	30,43	37,24	44,30	51,61	59,15
Abweichung	t	+ 2,86	+ 5,81	+ 6,12	+ 6,33	+ 6,57	+ 6,82	+ 7,06	+ 7,30	+ 7,55

4.7.8.11 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.8 alle)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.7.9 Quellenspezifische 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 (Umweltstatistiken⁵⁰, Produktions- und Verkaufszahlen⁵¹ etc.) herangezogen und diese durch Rücksprache mit Experten (Anwendern, Kältemittelherstellern, Lieferanten etc.) auf ihre Belastbarkeit geprüft.

Die Daten für die elektrischen Betriebsmittel und die Halbleiterproduktion haben einen verbandsinternen Prozess der Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung durchlaufen.

The whole sector on F-gas emissions was evaluated in a voluntary trilateral review in February 2011. Experts from the United Kingdom, Germany, and Austria reviewed the chapters of the respective countries. Ideas resulting from this informal and voluntary review will be used to further improve the model on which calculations are based wherever possible.

⁵⁰ Erhebungen nach § 11 des UstatG.

⁵¹ Erhebungen nach Außenhandelsstatistikgesetz (AHStatGes) und Produktionsstatistiken

4.8 Andere Bereiche (2.G.)

Die Emissionen von SF₆ aus der Anwendung in *Sportschuhen* (2.F.8.c Sonstige – Sportschuhe), der Anwendung bei der *AWACS-Wartung* (2.F.8.e Sonstige – AWACS Wartung), der Anwendung beim *Schweißen* (2.F.8.f Sonstige – Schweißen) und aus der *Aluminiumproduktion* (2.C.4a Metallproduktion: SF₆ in der Sekundäraluminiumproduktion) werden aus Vertraulichkeitsgründen unter 2.G berichtet.

Die Emissionen von HFKW aus der Anwendung als Lösemittel (2.F.5 Lösemittel) und aus der Metallproduktion (2.C.5 Metallproduktion: Sonstige) werden aus Vertraulichkeitsgründen unter 2.G berichtet.

Die Emissionen von FKW aus der Herstellung von FKW (2.E Produktion von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF₆), aus der Anwendung in Sportschuhen (2.F.8.c Sonstige – Sportschuhe) und der Industriekälte (2.F.1d Industriekälte) werden aus Vertraulichkeitsgründen unter 2.G berichtet.

Es sind keine weiteren Emissionsquellen für Treibhausgase bekannt.

5 LÖSEMITTEL UND ANDERE PRODUKTVERWENDUNG (CRF SEKTOR 3)

5.1 Übersicht (CRF Sektor 3)

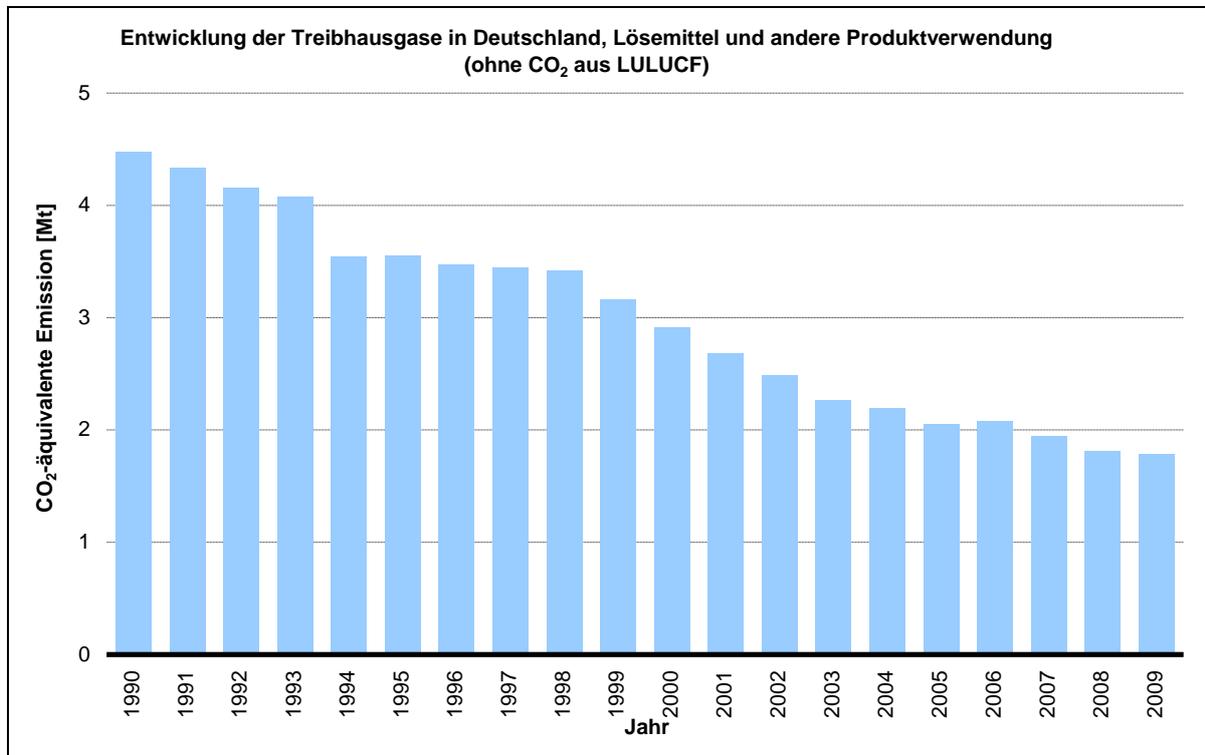


Abbildung 42: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 3

In dieser Quellgruppe werden die Emissionen aus der Anwendung chemischer Produkte zusammengefasst. Gegenwärtig sind Angaben zur Freisetzung von Lösemitteln aus deren Anwendung in Industrie, Gewerbe und Haushalten enthalten, sowie detaillierte Angaben zur stofflichen Freisetzung von N₂O bei dessen Anwendung.

Die Quellgruppe 3 *Lösemittel und andere Produktverwendung* untergliedert sich in die Unterkategorien *Lackierung (3.A)*, *Entfettung*, *Chemische Reinigung (3.B)*, *Herstellung und Anwendung chemischer Produkte (3.C)* und *Andere Lösemittelverwendungen (3.D)*. Dabei umfasst *Andere (3.D)* Lachgas-Emissionen (s. Kapitel 5.3), Emissionen aus SCR Anlagen sowie die oben aufgeschlüsselte übrige Lösemittelverwendung, die nicht unter die Quellgruppen 3.A bis 3.C einzuordnen ist.

Die N₂O-Emissionen aus der Quellgruppe 3.D *Andere Lösemittelverwendungen* werden getrennt von den anderen Teilen in Kapitel 5.3 berichtet.

5.2 Lösemittel - NMVOC (3.A-3.C & 3.D)

5.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (3.A-3.C & 3.D)

CRF 3A - 3C, 3D (NMVOC)				
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
- / -				

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	CS	NO
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung										

Die Quellgruppe NMVOC-Emissionen aus dem Bereich *Lösemittel und andere Produktverwendung* (CRF 3.A-3.C und 3.D) ist keine Hauptquellgruppe.

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 der vier Kategorien 3.A - 3.D 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-Systematik⁵² 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 zurückgegriffen⁵³. Zur Konkretisierung des Begriffes „Lösemittelanwendung“ (solvent use) wird für die Lösemitteldefinition ebenfalls auf die EG-Lösemittelrichtlinie zurückgegriffen⁵⁴.

⁵² hier in der Detaillierung des sogenannten SNAP Level 3

⁵³ 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.

⁵⁴ 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 Kategorien 3.A - 3.D 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 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 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.

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

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:

$$EM_{\text{indirektes CO}_2} = EM_{\text{NMVOC}} \cdot \text{Molmasse CO}_2 / \text{Molmasse C} \cdot 60 \%$$

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 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (3.A-3.C & 3.D)

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

Die im Emissionsinventar verwendeten Daten für die NMVOC-Emissionen der Jahre 2006 bis 2009 wurden im Rahmen eines Forschungsprojekts erhoben und im Rahmen dieses Projekts von den Experten des Umweltbundesamtes auf methodische und materielle Konsistenz, Plausibilität und Vollständigkeit evaluiert. Im Zuge dieser Überprüfung erfolgte auch eine Methodenoptimierung, die in Abstimmung mit den betroffenen Wirtschaftsbereichen durchgeführt wurde. Relevant beim Vergleich mit älteren Emissionsberechnungen ist insbesondere die methodische Prüfung und Anpassung der Aufteilung in VOC-haltige und VOC-freie Produkte in der Quellgruppe 3.A „Anwendung von Farben und Lacken“. Diese Korrekturen führten zu einer Reduktion der Gesamtemissionen im Bereich der Quellgruppe 3 um mehr als 30 Gg.

Als weiteres Ergebnis des Forschungsprojekts konnte die Erhebungsmethodik an aktuelle Änderungen der zugrunde liegenden Basisstatistiksysteme angepasst werden; diese Anpassung führte zu Inventarverbesserungen beginnend mit dem Jahr 2006.

5.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (3.A-3.C & 3.D)

Auf der Grundlage der Ergebnisse des bereits erwähnten Forschungsprojekts (vgl. Ziffer 5.2.4 „Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung“ erfolgte eine quellspezifische Rückrechnung der NMVOC-Emissionen für die Jahre 2006 bis 2008. Bezogen auf das Jahr 2008 ergab sich eine Minderung der Emissionen um ca. 6 %.

Bei dieser Gelegenheit erfolgte auch eine weitere Differenzierung der berichtsrelevanten Quellgruppen auf der Grundlage des EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2009. Damit sind im Inventar folgende Subkategorien differenziert enthalten:

- 3.A.1 Decorative Coating Application
- 3.A.2 Industrial Coating Application
- 3.A.3 Other Coating Application
- 3.B.1 Degreasing
- 3.B.2 Dry Cleaning
- 3.C Chemical Products
- 3.D.1 Printing Industry
- 3.D.2 Domestic Solvent Use
- 3.D.3 Other Product Use - Other

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 den 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories vorgeschlagenen Referenzansatz verwendet. Die Rückrechnung der indirekten CO₂-Emissionen erfolgte über die gesamte Zeitreihe.

Tabelle 112: Quellenspezifische Rückrechnungen in 3.A-D für die NMVOC - Lösemittlemissionen

Quellgruppe	Stand	Schadstoff	Einheit	2005	2006	2007	2008	2009
3 A, Paint Application	Subm. 2010	NMVOC	Gg	346	305	298	298	
3 A, Paint Application	Subm. 2011	NMVOC	Gg	346	318	287	268	268
	Differenz	NMVOC	Gg	0	13	-11	-30	
3 B, Degreasing and Dry Cleaning	Subm. 2010	NMVOC	Gg	43	45	43	43	
3 B, Degreasing and Dry Cleaning	Subm. 2011	NMVOC	Gg	43	46	47	46	46
	Differenz	NMVOC	Gg	0	1	4	3	
3 C, Chemical Products, Manufacture and Processing	Subm. 2010	NMVOC	Gg	47	49	48	48	
3 C, Chemical Products, Manufacture and Processing	Subm. 2011	NMVOC	Gg	47	45	43	54	54
	Differenz	NMVOC	Gg	0	-4	-5	6	
3 D, Other Product Use	Subm. 2010	NMVOC	Gg	307	325	326	326	
3 D, Other Product Use	Subm. 2011	NMVOC	Gg	307	338	329	301	301
	Differenz	NMVOC	Gg	0	13	3	-25	

Tabelle 113: Quellspezifische Rückrechnungen in 3.A-D für die CO₂-Äquivalent - Lösemittlemissionen

Quellgruppe	Stand	Schadstoff	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
3 A, Paint Application	Subm 2010	CO ₂	Gg	1.595	1.560	1.440	1.440	992	1.116	1.120	1.158	1.197	1.069
3 A, Paint Application	Subm 2011	CO ₂	Gg	1.188	1.144	1.056	1.056	728	819	821	849	878	784
	Differenz	CO ₂	Gg	-407	-416	-384	-384	-265	-298	-299	-309	-319	-285
3 B, Degreasing and Dry Cleaning	Subm 2010	CO ₂	Gg	315	342	342	342	126	121	115	122	129	129
3 B, Degreasing and Dry Cleaning	Subm 2011	CO ₂	Gg	251	251	251	251	92	88	85	90	95	95
	Differenz	CO ₂	Gg	-64	-91	-91	-91	-34	-32	-31	-33	-35	-35
3 C, Chemical Products, Manufacture and Processing	Subm 2010	CO ₂	Gg	193	210	210	210	296	274	252	272	292	216
3 C, Chemical Products, Manufacture and Processing	Subm 2011	CO ₂	Gg	154	154	154	154	217	201	185	199	214	158
	Differenz	CO ₂	Gg	-39	-56	-56	-56	-79	-73	-67	-72	-78	-57
3 D, Other Product Use	Subm 2010	CO ₂	Gg	1.206	1.290	1.278	1.278	1.251	1.275	1.298	1.310	1.321	1.288
3 D, Other Product Use	Subm 2011	CO ₂	Gg	959	946	937	937	917	935	952	960	969	944
	Differenz	CO ₂	Gg	-246	-344	-341	-341	-334	-340	-346	-349	-352	-343
Quellgruppe		Schadstoff	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
3 A, Paint Application	Subm 2010	CO ₂	Gg	942	874	932	894	1.029	1.038	915	893	893	
3 A, Paint Application	Subm 2011	CO ₂	Gg	691	641	684	656	755	761	699	632	589	589
	Differenz	CO ₂	Gg	-251	-233	-249	-238	-274	-277	-216	-261	-303	
3 B, Degreasing and Dry Cleaning	Subm 2010	CO ₂	Gg	129	128	127	127	127	129	135	129	129	
3 B, Degreasing and Dry Cleaning	Subm 2011	CO ₂	Gg	95	94	93	93	93	95	101	104	101	101
	Differenz	CO ₂	Gg	-35	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-24	-28	
3 C, Chemical Products, Manufacture and Processing	Subm 2010	CO ₂	Gg	139	119	132	140	139	141	148	144	144	
3 C, Chemical Products, Manufacture and Processing	Subm 2011	CO ₂	Gg	102	87	97	102	102	103	99	95	119	119
	Differenz	CO ₂	Gg	-37	-32	-35	-37	-37	-38	-49	-49	-26	
3 D, Other Product Use	Subm 2010	CO ₂	Gg	1.255	1.146	1.005	947	922	920	974	977	977	
3 D, Other Product Use	Subm 2011	CO ₂	Gg	920	840	737	694	676	675	743	724	663	663
	Differenz	CO ₂	Gg	-335	-306	-268	-253	-246	-245	-231	-253	-314	

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

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant.

5.3 Sonstige – Verwendung von N₂O (3.D)

CRF 3.D (N ₂ O)					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)		Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
Total Solvent and Other Product Use	- / t	N ₂ O	0,16 %	0,03 %	-83,7 %

Die Quellgruppe *Lösemittel und andere Produktverwendung* ist für N₂O-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach dem Trend (siehe Tabelle 7). Aufgrund der seit 1990 stark fallenden Emissionen (-83,7 %) und des dadurch erreichten sehr geringen Emissionsniveaus (liegt 2009 bei 9,3 % des Beitrags der kleinsten im Levelverfahren identifizierten Hauptquellgruppe) hat die Nationale Koordinierungsstelle aus Gründen der Ressourcenpriorisierung entschieden, die für Hauptquellgruppen vorgesehenen höheren Ansprüche an die Methodik für diese Quellgruppe nicht umzusetzen.

5.3.1 Verwendung von N₂O als Anästhetikum (3.D.1)

5.3.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (3.D.1)

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF) N ₂ O als Anästhetika						CS				
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung						N				
Methode EF-Ermittlung						CS				

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 N₂O in diesem Bereich nicht verboten, jedoch gibt es starke Bestrebungen in der deutschen Medizin gegen dessen allgemeine Verwendung. Der Einsatz von Lachgas in der Medizin geht deshalb seit 1990 kontinuierlich zurück.

Lebensmittelindustrie - Sprühsahnedosen

Lachgas wird in der Lebensmittelindustrie als Zusatzstoff mit dem Namen E 942 verwendet. Treibgase pressen Lebensmittel unter Druck aus ihren Behältern. Je nach Art des

Lebensmittels kommt es dabei zur Aufschäumung oder zur Herstellung einer cremigen Konsistenz. So werden Sahne (aus Sprühdosen), Quark, und diverse Desserts wie zum Beispiel Fertigpuddings mit N₂O versetzt. (DIE VERBRAUCHER INITIATIVE E.V, 2005; LINDE GAS GMBH, 2005)

Halbleiterherstellung

Für die Fertigungsschritte in der Halbleitertechnik werden eine Vielzahl von Chemikalien und Gasen verwendet. Argon, hochreiner Sauerstoff, Wasserstoff, hochreines Helium und Stickstoff bilden die Hauptmengen der eingesetzten Gase. Der Verbrauch der speziellen Prozessgase wie Distickstoffmonoxid, Ammoniak und Hexafluorethan ist vergleichsweise gering und in den letzten Jahren annähernd konstant geblieben (AMD Saxony LLC&Co. KG, Dresden, Umweltbericht 2002/2003, Seite 16).

Sprengstoffe

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

Lachgasemissionen entstehen vorwiegend bei der Detonation von ammoniumnitrathaltigen Sprengstoffen wie dem ANFO (Ammoniumnitrat- / Fuel Oil) und den Emulsionssprengstoffen. Im Allgemeinen enthalten die gewerblichen/zivilen Sprengstoffe zu ca. 60 bis 80 % Ammoniumnitrat (AN). Dagegen enthält der ANFO-Sprengstoff Andex bis zu 94 % Ammoniumnitrat.

In Deutschland werden Sprengstoffe zur zivilen Nutzung von zwei Firmen hergestellt: Orica Mining (früher Dynamit Nobel) und Westpreng GmbH (Wasag Chemie).

Bei der Herstellung von Sprengstoff entstehen keine Lachgasemissionen, jedoch kann bei der thermischen Zersetzung von Sprengstoffen Lachgas gebildet werden. Die Ursache dafür ist, dass Ammoniumnitrat (AN) beim thermischen Zerfall Distickstoffmonoxid (Lachgas) und Wasser bildet.

Bei vorsichtigem Erwärmen über die Schmelztemperatur läuft die Reaktion wie folgt ab:



Bei der schnellen, detonativen Umsetzung des AN-haltigen Sprengstoffes, verläuft die Reaktion jedoch wie folgt:



Dies bedeutet, dass bei hohem Druck und hoher Temperatur AN vorwiegend zu Stickstoff, Sauerstoff und Wasser reagiert. Nur eine geringe Konzentration an primär gebildetem N₂O bleibt beim Detonationsprozess erhalten. So enthalten z.B. die Detonationsschwaden von Amatolen⁵⁵ 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,

⁵⁵ Amatol x/y : militärische Sprengstoffe. Gießbare Gemische, i.a. aus x % TNT und y % Ammoniumnitrat

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.

5.3.1.2 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%.

Sprühsahnedosen

Der Einsatz von N₂O in Sprühsahnedosen in Deutschland muss differenziert betrachtet werden. Es gibt in Deutschland einen Hersteller von Sprühsahnedosen, der diese auch in Deutschland befüllt. In den Emissionsberechnungen wird aufgrund der oben beschriebenen Recherchen angenommen, dass diese Firma einen Anteil von ca. 3 % an den Lachgas-Absatzmengen des Industriegaseverbandes hat. Der größere Anteil der Unternehmen aber lässt ihre Sprühsahnedosen im Ausland befüllen und importiert diese nach Deutschland. Die

Absatzmengen dieser Firmen sind deshalb nicht in den Daten des Industriegaseverbandes enthalten. Der Milchindustrieverband hat in einer einmaligen Erhebung dem Umweltbundesamt mitgeteilt, dass 2008 50,2 Mio. Einheiten Sprühsahnedosen verkauft worden sind. Der Milchindustrieverband gab aber an, dass die Einheiten verschiedene Größen haben und eine differenzierte Angabe nach den Größen nicht möglich ist. Eine Internetrecherche hat ergeben, dass im deutschen Handel Druckpatronen mit 8g N₂O für 0,5l Sahnedosen und 16g N₂O für 1,0l Sahnedosen verkauft werden. Vergleichsrechnungen haben ergeben, dass vereinfacht mit 8g N₂O pro verkaufter Einheit gerechnet werden kann. Dies ergibt eine Einsatzmenge von 401,6 t N₂O für Sprühsahnedosen im Jahr 2008 in Deutschland. Da für die Jahre vor 2008 keine Daten vorliegen wird dieser Wert als konstant angenommen.

Der Emissionsfaktor für Sprühsahnedosen wird mit 100% angenommen.

Halbleiterherstellung

Für die Jahre 1990, 1995, 2000, 2001 und 2008 hat der ZVEI eine einmalige Angabe über die Einsatzmengen von Lachgas gemacht. Zwischen diesen Werten wird interpoliert.

Der Emissionsfaktor für 2008 ist vom ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. aufgrund der Umsetzung von Lachgas im Prozess und der nachgelagerten Behandlungsverfahren auf ca. 40 % geschätzt worden für 2008. Für 1990 konnte der ZVEI keine Angaben machen. Da aber davon ausgegangen werden kann, dass 1990 die Abgasbehandlung noch nicht in dem Maße eingesetzt wurde wie 2008, wird konservativ ein Emissionsfaktor von 100 % angenommen für 1990. Zwischen 1990 und 2008 wurde der Emissionsfaktor interpoliert.

Sprengstoffe

2003 wurden in Deutschland 59 kt Sprengstoff hergestellt. Davon wurden 13 kt ins Ausland exportiert und 5,8 kt nach Deutschland importiert⁵⁶. 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 NO₂ nicht ermittelt.

In der Regel ist die Bildung von N₂O nur bei Sprengstoffen relevant, die Ammoniumnitrat (AN) enthalten. Allerdings liegen bei ANFO-Sprengstoffen keine genauen Analysen der Detonationsschwaden vor. Aus diesem Grund muss man davon ausgehen, dass bei der Detonation von ANFO eine ähnlich hohe Konzentration von N₂O gebildet wird bezogen auf den AN-Gehalt wie bei den Amatolen und Ammoniten⁵⁷, von denen bereits Analysen vorliegen, um eine Abschätzung ermöglichen zu können. Man kommt zu folgendem

⁵⁶ Persönliche Mitteilung: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM).

⁵⁷ Ammonit: Zusammensetzung 70-88 % Ammoniumnitrat mit 5-20 % Nitroaromaten, 1-6 % Pflanzenmehl sowie z.T. 4 % Nitroglycerin, Aluminiumpulver und Kaliumperchlorat

Ergebnis: Amateure und Ammonite bilden bei der Detonation etwa 0,1 Mol N₂O pro Mol Ammoniumnitrat (AN).

Laut Aussage der *Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung* (BAM) ist die Menge des Sprengstoffverbrauchs in der BRD von 1990 bis 2005 konstant geblieben.

Der Emissionsfaktor für den Einsatz von Sprengstoffen beträgt 0,1036 kg N₂O/t Sprengstoff. Der Emissionsfaktor wurde von der Bundesanstalt für Materialprüfung im Februar 2010 durch Messungen ermittelt. Dadurch konnte der Emissionsfaktor gegenüber der Submission 2010 deutlich nach unten korrigiert werden.

5.3.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (3.D.1)

Die Aktivitätsdaten für die Anästhesie werden seit 2005 aus den Verbandsangaben ermittelt, deshalb wird die Unsicherheit auf 20 % geschätzt. Die Verbrauchsmengen für Sprühsahne unterliegen einer sehr hohen Unsicherheit (75 %), da die Berechnung auf mehreren Annahmen fußt und nur für 2008 eine Angabe vorliegt. Die Unsicherheit der Aktivitätsdaten wird für die Halbleiterindustrie auf 10 % geschätzt, da die Daten von den Anlagenbetreibern stammen.

Die Unsicherheit der Emissionsfaktoren für die Anästhesie und Sprühsahnedosen wird auf 0 % festgelegt, da zum gegenwärtigen Zeitpunkt davon ausgegangen wird, dass N₂O bei seiner Anwendung keiner Umwandlung unterliegt und somit nach der Anwendung vollständig in die Atmosphäre entweicht. Der Emissionsfaktor für den Einsatz in der Halbleiterherstellung wird auf eine Unsicherheit von 15 % geschätzt, da die Daten von den Anlagenbetreibern stammen. Der Emissionsfaktor für Sprengstoffe wird auf 5 % Unsicherheit geschätzt, da der Emissionsfaktor in einer amtlichen Messung ermittelt worden ist.

Für den Verteilungstyp der Zeitreihen kann von einer Normalverteilung ausgegangen werden.

5.3.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (3.D.1)

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

Daten wurden fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

Die Angaben für das Jahr 2001 wurde durch direkte Anfrage beim IGV ermittelt, woraufhin für dieses Jahr von einer hohen Qualität der Daten ausgegangen werden kann. Für die weiteren Jahre wurde keine Verifizierung der Daten vorgenommen.

5.3.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (3.D.1)

Es wurden umfangreiche Rückrechnungen durchgeführt.

Für Sprengstoffe wurde der Emissionsfaktor von 3,4 auf 0,1036 kg N₂O/t Sprengstoff reduziert aufgrund der im Februar 2010 gemessenen Werte der Bundesanstalt für Materialforschung (vgl. Tabelle 114).

Tabelle 114: Rekalkulation für Sprengstoffe

Quellgruppe	Stand	Schadstoff	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Sprengstoffanwendung	Resubmission 2010	N2O	t	176,1	176,1	176,1	176,1	176,1	176,1	176,1	176,1	176,1	176,1
Sprengstoffanwendung	Submission 2011	N2O	t	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
	Differenz	N2O	t	-170,8									
Quellgruppe	Stand	Schadstoff	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Sprengstoffanwendung	Resubmission 2010	N2O	t	176,1	176,1	176,1	176,1	176,1	176,1	176,1	176,1	176,1	
Sprengstoffanwendung	Submission 2011	N2O	t	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
	Differenz	N2O	t	-170,8									

Tabelle 115: Rekalkulation der Lachgasemissionen aus dem Anästhesieeinsatz

Quellgruppe	Stand	Schadstoff	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Narkotikaanwendung	Resubmission 2010	N2O	t	6.200,0	5.931,8	5.663,6	5.395,5	5.127,3	4.859,1	4.590,9	4.322,7	4.054,6	3.786,4
Narkotika	Submission 2011	N2O	t	6.200,0	5.931,8	5.663,6	5.395,5	5.127,3	4.859,1	4.590,9	4.322,7	4.054,5	3.786,4
	Differenz	N2O	t	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Quellgruppe	Stand	Schadstoff	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Narkotikaanwendung	Resubmission 2010	N2O	t	3.518,2	3.250,0	3.250,0	3.250,0	3.250,0	3.250,0	3.250,0	3.250,0	3.250,0	
Narkotika	Submission 2011	N2O	t	3.518,2	3.250,0	2.761,7	2.273,4	1.785,1	1.296,7	1.342,0	1.222,4	1.054,3	968,9
	Differenz	N2O	t	0,0	0,0	-488,3	-976,6	-1.464,9	-1.953,3	-1.908,0	-2.027,6	-2.195,7	

Für Sprühsahnedosen wurden die Emissionen neu berechnet und neben dem Einsatz von in Deutschland befüllten Dosen auch Lachgas aus importierten Dosen berücksichtigt.

In der Anästhesie wurden die Daten ab 2002 aufgrund der vom Industriegaseverband zur Verfügung gestellten Daten neu berechnet (s. Tabelle 115).

Die N₂O-Emissionen aus der Halbleiterindustrie wurden über die gesamte Zeitreihe neu berechnet, da vom ZVEI für den gesamten Zeitraum neue Einsatzmengen und für 2008 ein neuer Emissionsfaktor zur Verfügung gestellt wurden.

Für Spühsahnedosen und die Halbleiterindustrie können die Änderungen nicht tabellarisch dargestellt werden, da die Emissionen zusammen aggregiert mit den vertraulichen Emissionen aus der N-Dodecandiacid-Produktion (2.B.5) berichtet werden, da Letzteres vertrauliche Daten enthält.

5.3.1.6 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 - 2009

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 2011 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 6.1.3) berechnet. Dabei wurden auch Änderungen berücksichtigt, die der Resubmission 2010 (siehe Kapitel 6.1.2) zugrunde liegen.

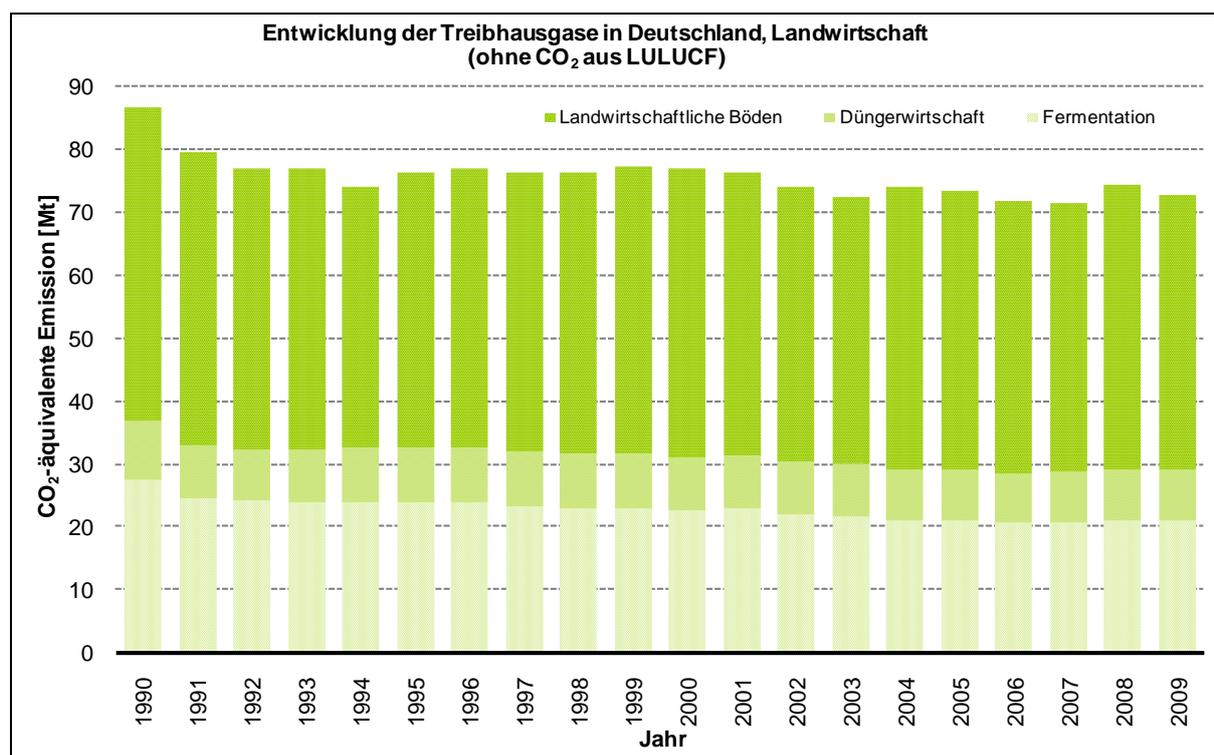


Abbildung 43: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 4

6.1.2 Resubmission 2010

Im September 2010 erfolgte ein In-Country-Review des NIR 2010. Aufgrund dieses Review wurde eine Resubmission 2010 vorgenommen, siehe Rückrechnungskapitel 10.5.

Für die Resubmission 2010 erfolgten im Bereich der Landwirtschaft (Sektor 4) Modifikationen bei der Berechnung der CH₄-Emissionen der Milchkühe aus der Verdauung (4.A) und aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B), sowie der indirekten N₂O-Emissionen als Folge

von Auswaschung und Oberflächenabfluss (4.D). Die modifizierten Eingangsgrößen sowie neu berechneten Emissionen ersetzen in der Resubmission die entsprechenden Daten des NIR 2010. Eine weitere Folge der Neuberechnungen ist, dass sich in der Resubmission die Gesamtemissionen in den Bereichen 4.A, 4.B und 4.D von den diesbezüglichen Werten im NIR 2010 unterscheiden.

Die übrigen Daten des NIR 2010 wurden zwar unverändert in die Resubmission 2010 übernommen. Zur Vermeidung von Unklarheiten beziehen sich Vergleiche von Ergebnissen des vorliegenden NIR 2011 mit Vorjahresinventarergebnissen aber grundsätzlich auf die Daten der Resubmission 2010.

6.1.3 Das Emissionsinventarmodell GAS-EM

6.1.3.1 Zielsetzung

Die Berechnung der Emissionen in der Quellgruppe 4 „Landwirtschaft“ dient der Erfüllung der internationalen Treibhausgasberichtspflichten unter der UNFCCC, dem Kyoto-Protokoll und entsprechender Regelungen auf europäischer Ebene und der Politikberatung: Sie ermöglicht die Identifizierung und Quantifizierung von Senken und Quellen für klimawirksame Gase im Bereich Landwirtschaft sowie die Identifizierung und Quantifizierung von emissionsmindernden Maßnahmen und Wechselwirkungen zwischen direkt und indirekt klimarelevanten Gasen. Sie soll die Quantifizierung von Kosten erlauben.

Die deutschen Emissionsberechnungen für die Gase Methan (CH_4), die flüchtigen organischen Verbindungen außer Methan (NMVOC), Ammoniak (NH_3), Distickstoffoxid (N_2O) und Stickstoffmonoxid (NO) aus landwirtschaftlichen Quellen werden mit dem Inventarmodell GAS-EM (Gaseous Emissions) durchgeführt.

Das GAS-EM Modell liefert eine konsistente Basis für die internationalen Berichtspflichten im Agrarsektor (vTI-AK 2009). Vor diesem Hintergrund sind die Ziele des GAS-EM Modells

- die landwirtschaftliche Produktion in Deutschland so aktuell, detailliert und genau wie möglich abzubilden,
- die Diversität der Agrarsysteme Deutschlands zu berücksichtigen,
- Trends in Leistung, Technologie und Management zu berücksichtigen,
- Änderungen in der Gesetzgebung zu berücksichtigen,
- räumlich zu differenzieren als Grundlage für Kostenberechnungen.

6.1.3.2 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 GPAUM]; IPCC, 2000). Die Verwendung von Teilen der noch nicht verabschiedeten Guidelines IPCC (2006) anstelle der Guidelines IPCC (1996b) wird in Kapitel 19.4.1 begründet.

Nach Umsetzung der als Folge des In-Country-Review geforderten Modifikationen der Berechnungsmethoden ab der Resubmission 2010 (siehe Kapitel 6.1.2 und 10.5) ging Deutschland davon aus, dass die Berechnungsgrundlagen für das Inventarmodell GAS-EM als international akzeptiert gelten. Dies betrifft insbesondere die fallweise Verwendung der Guidelines IPCC (2006), da die im NIR 2010 in Kapitel 19.4 gegebenen Begründungen

während des In-Country-Review und im Saturday-Letter nicht kritisiert wurden. Der im Gegensatz dazu im Entwurf des Review-Abschlussberichtes geäußerten Aufforderung des ERT, die Begründungen zu verbessern oder zu den Guidelines IPCC (1996b) bzw. der IPCC Good Practice Guidance (IPCC, 2000) zurück zu kehren, kann Deutschland für die vorliegende Submission 2011 nicht mehr Folge leisten, da der späte Eingang des Abschlussberichtsentwurfes (16. Februar 2011) für eine adäquate Bearbeitung der ERT-Empfehlungen keine Zeit lässt.

Im Laufe der letzten Jahre wurden zahlreiche der in den Handbüchern beschriebenen Methoden für GAS-EM weiter entwickelt. Eine umfassende Beschreibung des Inventarmodells GAS-EM einschließlich der Dokumentation weiterer Quellen findet sich im ausführlichen Bericht (RÖSEMANN et al., 2011). Die nachfolgenden Ausführungen repräsentieren eine Zusammenfassung des ausführlichen Berichtes im Hinblick auf die Zielsetzung des NIR 2011. Der ausführliche Bericht wird Anfang 2011 in Druck gehen⁵⁸.

Einen Überblick über die Funktionsweise von GAS-EM vermitteln die nachfolgenden Kapitel zur Methodik in den Sektoren 4.A, 4.B und 4.D (Kapitel 6.2.2.1, 6.3.2.2.1, 6.3.3.2.1, 6.3.4.2.1 und 6.5.2). Dabei wird die Vorgehensweise im Bereich Tierhaltung speziell im Kapitel 6.3.4.2.1 beschrieben, während Kapitel 6.5.2 sich mit den Methoden im Bereich der landwirtschaftlich genutzten Böden befasst.

6.1.3.3 Grundstruktur des Emissionsinventarmodells GAS-EM

Als Grundlage der Emissionsberechnungen in der Tierhaltung dient die Futteraufnahme, die leistungsabhängig nach Bedarf berechnet wird (Abbildung 44). Daraus ergeben sich die CH₄-Emissionen aus der Verdauung (4.A) und die Ausscheidungen von Kohlenstoff und Stickstoff für die Emissionen aus Wirtschaftsdüngermanagement (4.B). Letztere gehen auch in die Berechnungen des Stickstoffeintrags in landwirtschaftliche Böden (4.D) ein.

⁵⁸ Der ausführliche Bericht ist auch in elektronischer Form erhältlich bei: claus.roesemann@vti.bund.de, dieter.haenel@vti.bund.de.

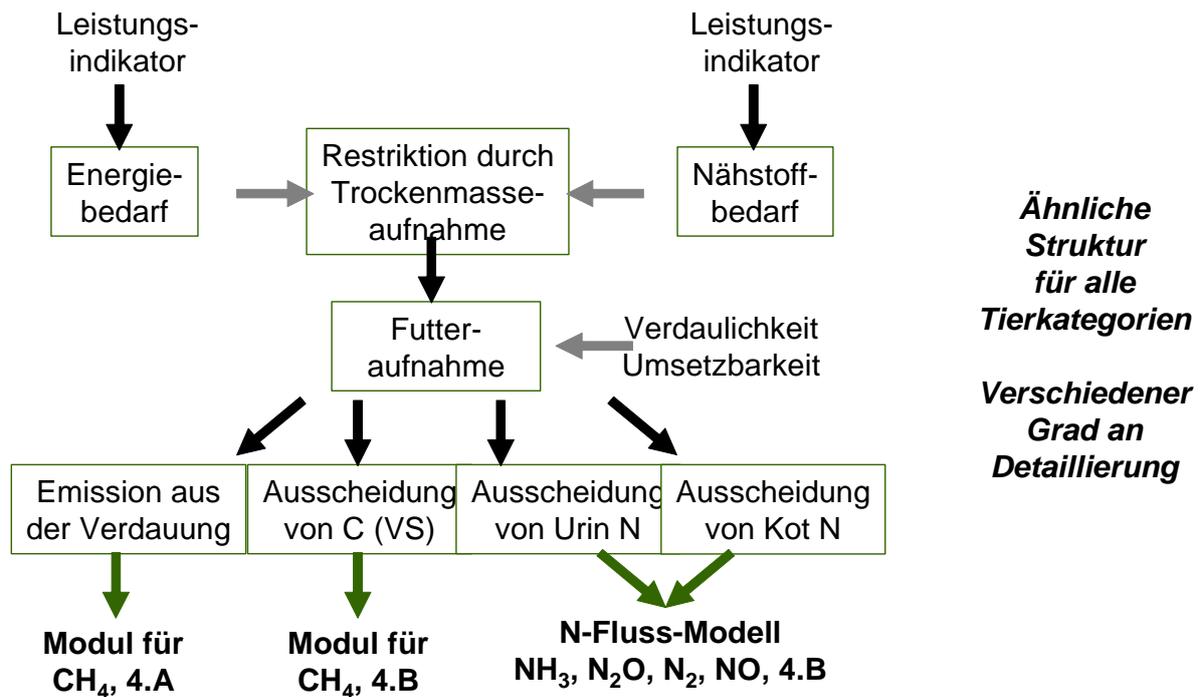


Abbildung 44: Logik der nationalen Methodik für die Emissionsberechnungen in der Tierhaltung

Abbildung 45 zeigt, wie und auf welcher räumlichen Ebene – soweit Daten vorhanden – das GAS-EM-Modell erst nach Tierkategorien und –unterkategorien für die Berechnungen der Quellgruppen 4.A und 4.B differenziert, diese wiederum nach Stallsystemen, Lagerungssystemen und Ausbringungsverfahren für Wirtschaftsdünger. CH₄ wird für 4.A und 4.B getrennt je Tier-Subkategorie berechnet. N₂O wird für die Quellgruppen 4.B und 4.D auf der Basis eines N-Fluss-Konzeptes berechnet (s. Kapitel 6.1.3.4).

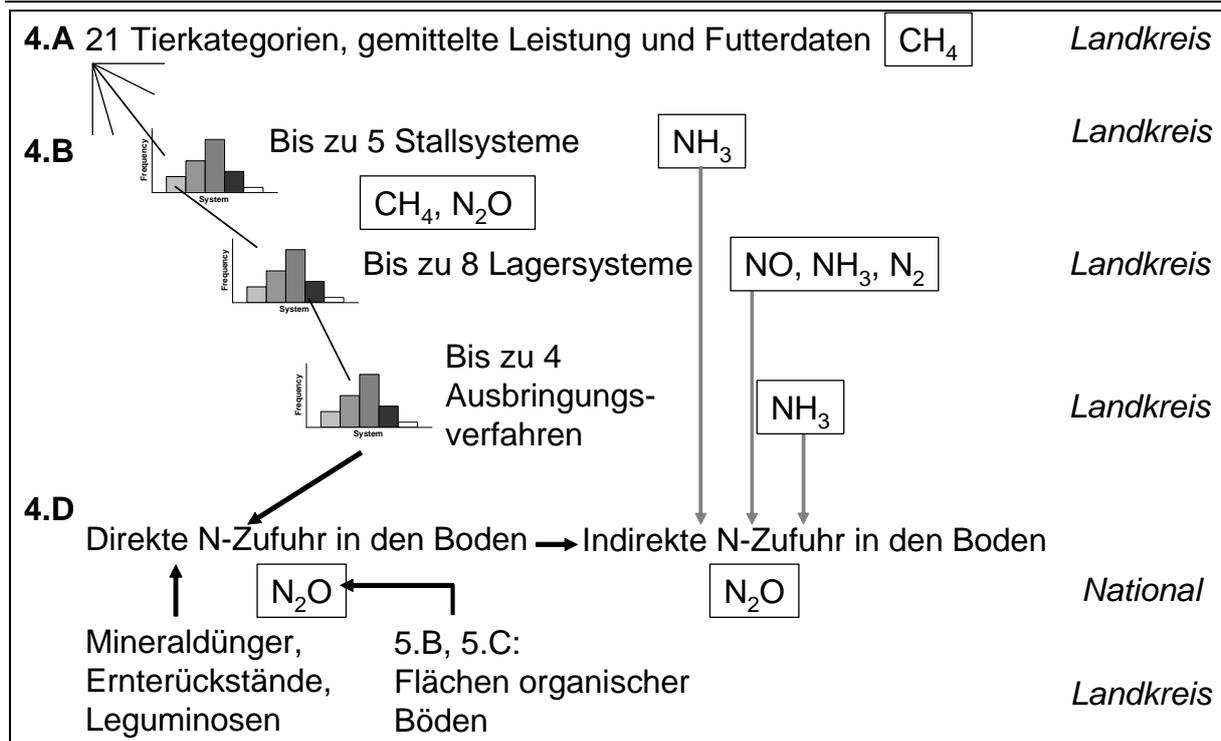


Abbildung 45: Konzept, thematische Inhalte und räumliche Auflösung des GAS-EM Modells

6.1.3.4 Das N-Fluss-Konzept

Die Berechnung der Emissionen von N-Spezies mit GAS-EM erfolgt auf Grundlage des N-Fluss-Konzeptes (Dämmgen and Hutchings, 2005, Abbildung 3).

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 werden die N-Ausscheidungen in Abhängigkeit von Leistung (jährliche Milchmenge oder Anzahl an Eiern, Gewichtszuwachs) und gegebenenfalls Anzahl der Nachkommen berechnet. Für die übrigen Tiere werden N-Ausscheidungswerte aus der deutschen Literatur entnommen (s. Verweise in RÖSEMANN et al., 2011).

Bei der N-Ausscheidung wird zwischen den beiden Anteilen „organisches N“ und „leicht in NH₃ umsetzbares 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: 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 NH₃-Emissionen proportional zur verfügbaren TAN-Menge berechnet, während N₂O-, NO-, und die im N-Fluss-Konzept ebenfalls relevanten N₂-Emissionen proportional zur verfügbaren N-Gesamtmenge bestimmt werden.

Die für eine Tierkategorie ermittelten N-Ausscheidungen werden auf Weide und Stall aufgeteilt. Diese Aufteilung ist abhängig von der Dauer der Weideperiode, der mittleren Weidedauer pro Tag und bei den Kühen von der mittleren Aufenthaltsdauer im Melkstall.

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 unterschiedlichem Emissionsverhalten aufgeteilt. In den Ställen kommt es aus der ausgeschiedenen N-Menge zu N-Verlusten durch Emission von NH_3 . (N_2O -Emissionen werden an späterer Stelle gemeinsam für Stall und Lager berechnet.) 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. Nicht berücksichtigt werden (da in Deutschland nicht üblich): offene Lagunen, tägliche Ausbringung und thermische Verwertung von Wirtschaftsdünger. Aus dem Lager erfolgen Emissionen von NH_3 , N_2O , NO und N_2 . 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 im Verhältnis der relativen Anteile der in Deutschland üblichen verschiedenen Ausbringungsverfahren und Einarbeitungszeiten mit ihren unterschiedlichen Emissionsfaktoren aufgeteilt. 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 als Folge der Wirtschaftsdüngerausbringung für die Berechnung der direkten N_2O -Emissionen verfügbare N-Menge.

6.1.4 Charakterisierung der Tierbestände

6.1.4.1 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 116: 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	
weibliche Jungrinder (Färsen) männliche Jungrinder (Mastbullen)				
Schweine	ausgewachsene Schweine	Tragende Sauen	Sauen (incl. Saugferkel bis 8,5 kg)	
		Ferkelnde Sauen	Eber	
	wachsende Schweine	Saugferkel Mastschweine Remontierung	Aufzuchtferkel Mastschweine	
Schafe	Mutterschafe	Tragende Schafe Milchschafe	CH ₄ : Schafe	N-Spezies, NMVOC: Schafe ohne Lämmer, Lämmer
	Schafe >1 Jahr	---		
	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	
Weibliche Puten zur Mast				
Enten	Enten zur Nachzucht Mastenten	Mastenten		
Sonstige	Sonstige	Pferde, Ziegen, Esel, Maultiere, Kamele, Pelztiere, Gänse, etc.	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 8,5 kg), Aufzuchtferkel, Mastschweine und Eber.

Für die Berechnung der Methan-Emissionen wird die Kategorie „Schafe“ (CRF 4.A.3) in Ermangelung emissionserklärender Variablen nicht in Unterkategorien unterteilt. Zur Berechnung der Emissionen von Stickstoff-Spezies und NMVOC 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 Puten sind Fütterung und Gewicht von Hähnen und Hennen so unterschiedlich, dass sie getrennt betrachtet werden müssen.

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.

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

Die Aktivitätsdaten in Deutschland beziehen sich nicht auf Tiere, sondern auf zur Produktion genutzte Tierplätze. Die Zahlen der zur Produktion genutzten Tierplätze werden, soweit vorhanden, der offiziellen deutschen Agrarstatistik entnommen. Die zugrunde liegenden Tierzählungen umfassen alle Rinder, alle Schweine, Pferde, Schafe und alles Geflügel.

Für jedes zweite Jahr bis 2003 und für 2007 stehen die Ergebnisse der Tierzählung für die deutschen Kreise zur Verfügung. Für die dazwischen und danach liegenden Jahre sind Tierzahlen lediglich auf Bundesländer-Ebene verfügbar. Die veröffentlichten Datensätze auf Kreis-Ebene sind aus Gründen des Datenschutzes unvollständig. In Kooperation mit dem Statistischen Bundesamt wurden die Berechnungen mit dem Inventarmodell GAS-EM ab 2007 einschließlich der geheim zu haltenden Daten erstellt.

Im Zeitraum seit 1990 wurde das für die Erhebung der deutschen amtlichen Agrarstatistiken maßgebliche Agrarstatistikgesetz verschiedentlich geändert. Gravierend für die Ermittlung der Emissionsinventare war vor allem die Änderung im Jahre 1998. Änderungen bei Erfassungsgrenzen und Erhebungszeitpunkten wirkten sich vor allem auf die Anzahl der Pferde und der Schafe aus. Die daher von Dämmgen (2005) entwickelte und noch bis zur Resubmission 2010 verwendete Korrektur der Pferdezahlen ab 1999 auf der Basis einer Expertenschätzung wird nach Absprache mit Statistischem Bundesamt und Umweltbundesamt ab dem vorliegenden NIR 2011 nicht mehr verwendet, da nur die in landwirtschaftlichen Erhebungen gezählten Pferde für die Berechnung von Emissionen aus der Landwirtschaft relevant sind und nur diese Zahl bekannt ist. Dadurch verringert sich die Anzahl der Pferde. Durch den Wegfall der Korrekturen ändert sich geringfügig das Verhältnis zwischen Großpferden und Kleinpferden/Ponys, wodurch sich die über alle Pferde gemittelten Ergebnisse leicht verändern.

Die für Schafe in den Jahren 1990 bis 1998 von DÄMMGEN (2005) abgeleitete Korrektur der Tierzahlen (Umrechnung der zu niedrigen Tierzahlen vom November in die höheren Mai-Zahlen) wird auf nationaler Ebene aufgegeben, da das Statistische Bundesamt inzwischen für die Jahre 1990 bis 1998 Tierzahlen für Juni bereitstellt hat, die als gleichwertiger Ersatz für die fehlenden Mai-Zahlen gelten.

Die Rinderzahlen werden seit Erstellung des NIR 2009 aus einer speziellen Datenbank (HIT, Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere, <http://www.hi-tier.de>) entnommen, in der jedes Tier registriert ist. Als Folge ergeben sich für die Jahre ab 2008 systematisch höhere Tierzahlen als in den Jahren davor, in denen die Officialstatistik wegen Abschneidegrenzen nicht alle Tiere erfasste. Ein Vergleich des Statistischen Bundesamtes für 2007 erbrachte, dass die Rinderzahlen aus HIT um 2,9 % höher als nach der herkömmlichen Erhebungsmethode sind (für Milchkühe allein 2,8 %). Es ist nicht möglich, die Unterschiede für die zurückliegenden Jahre bis 1990 zurück zu schätzen, da die Tierzahlen keinen Hofgrößen zugeordnet werden können. Daher ist es auch nicht möglich, die Zeitreihen der Rinderzahlen für die Jahre 1990 bis 2007 zu korrigieren. Als Folge ergibt sich eine Unterschätzung der Abnahme der Emissionen aus der Rinderhaltung zwischen 1990 und 2009.

Tierzahlen für Ziegen, Esel und Maultiere sowie Pelztiere und Büffel werden in der deutschen Agrarstatistik nicht erfasst. Abgesehen von den Pelztieren, für die lediglich eine exemplarische Berechnung für das Jahr 2000 durchgeführt werden kann und konstante Tierzahlen seit 1990 angenommen werden, werden die fehlenden Tierzahlen wie folgt gewonnen:

In der Vergangenheit schätzte das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) die Ziegenzahlen auf nationaler Ebene. Diese Zeitreihe wurde ab 2005 durch Schätzung des Statistischen Bundesamtes bis 2009 fortgesetzt.

Für Esel und Maultiere ist keine Zeitreihe der Tierzahlen verfügbar. Nach Angaben der Interessengemeinschaft für Esel und Maultiere (IGEM, Deutsches Eselstammbuch, 2003) belief sich seinerzeit 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 zeitlich konstant die Anzahl der Esel und Maultiere mit 8500 angenommen.

Die Zahlen für Büffel werden für die Jahre ab 2000 vom Deutschen Büffel-Verband 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 für die Jahre vor 2000 vervollständigt. Dies erfolgte durch lineare Extrapolation, wobei sich für die Jahre 1990 bis 1995 rechnerisch negative Tierzahlen ergaben, die durch Null ersetzt wurden.

Beim Geflügel ergibt sich für das Jahr 2008 eine von der Resubmission 2010 abweichende Tierzahl. Dies liegt daran, dass die seinerzeit angewandte Methode zum Ersatz des für 2008 fehlenden Tierzahlwertes (Beibehaltung des Wertes von 2007) bei Masthähnchen- und hühnchen durch Extrapolation ersetzt wurde.

Um möglichst homogene Tierkategorien zu bilden, müssen einige der offiziell erfassten Tierkategorien modifiziert werden. Daher weichen die im deutschen Inventarmodell GAS-EM verwendeten Tierzahlen für Kälber, Färsen, Mastbullen, Aufzuchtferkel, Mastschweine, Legehennen und Junghennen von den Zahlen der amtlichen Statistik ab. Bei Puten sind Hähne und Hennen getrennt zu betrachten. Die Summen aller Rinder, die Summe aus Junghennen und Legehennen sowie die Summe von Putenhähnen und -hennen entsprechen aber jeweils den amtlichen Angaben. Die der deutschen Emissionsberichterstattung zugrunde liegende Gesamtzahl an Schweinen ist um die Zahl der Saugferkel niedriger als die offizielle Gesamtzahl, da die Saugferkel bis zu einem Gewicht von 8,5 kg Tier⁻¹ bei den Sauen mit gerechnet werden und die Ergebnisse allein den Sauen zugeordnet werden. Die Gesamtzahlen der Schafe weichen wegen der oben erwähnten Daten-Nachlieferung durch das Statistische Bundesamt für die Juni-Monate in den Jahren 1990 bis 1998 von den offiziell berichteten Zahlen ab, die jeweils im November erhoben wurden.

Die der deutschen Berichterstattung zugrunde liegenden Tierplatzzahlen sind in Tabelle 117 zusammengestellt. Zu den Unsicherheiten der Tierzahlen siehe Tabelle 123 in Kapitel 6.1.6.

Tabelle 117: Zahl der in die deutsche Berichterstattung eingehenden Tierplätze (4.A, 4.B)

(in 1000)	Milch-kühe	übrige Rinder	Schweine	Schafe	Ziegen	Pferde	Esel und Maultiere	Büffel	Geflügel
1990	6.355	13.133	26.965	3.266	90	491	8,5	0,00	113.879
1991	5.632	11.502	22.598	3.250	86	491	8,5	0,00	113.952
1992	5.365	10.843	23.035	2.999	90	531	8,5	0,00	103.662
1993	5.301	10.597	22.649	3.001	92	531	8,5	0,00	103.735
1994	5.273	10.690	21.529	2.882	95	599	8,5	0,00	109.948
1995	5.229	10.661	20.746	2.991	100	599	8,5	0,00	110.035
1996	5.195	10.565	21.181	2.953	105	652	8,5	0,05	112.507
1997	5.026	10.201	21.628	2.885	115	652	8,5	0,17	112.507
1998	4.833	10.110	22.907	2.869	125	652	8,5	0,30	112.507
1999	4.765	10.131	22.563	2.724	135	476	8,5	0,42	118.303
2000	4.570	9.968	22.182	2.743	140	476	8,5	0,63	118.303
2001	4.549	10.055	22.220	2.771	160	506	8,5	0,63	122.056
2002	4.427	9.560	22.538	2.722	160	506	8,5	0,76	122.056
2003	4.371	9.273	22.777	2.697	160	525	8,5	0,89	123.408
2004	4.285	8.911	22.176	2.714	160	525	8,5	1,02	123.408
2005	4.236	8.799	23.184	2.643	170	500	8,5	1,19	120.562
2006	4.082	8.667	22.857	2.561	180	500	8,5	1,32	120.562
2007	4.071	8.615	23.429	2.538	180	542	8,5	1,54	126.863
2008	4.218	8.752	23.107	2.437	190	542	8,5	1,79	127.503
2009	4.205	8.739	23.445	2.350	220	542	8,5	2,11	128.144

6.1.4.3 Zusätzliche Informationen (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, Verdaulichkeit und Umsetzbarkeit). Zur Aufteilung der offiziell erfassten Puten-Gesamtzahl in Hähne und Hennen wird das Geschlechterverhältnis benötigt. Diese Daten sind zum großen Teil nicht aus offiziellen Statistiken erhältlich. Sie wurden der allgemein verfügbaren Literatur, 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.

Die Daten zu den Häufigkeitsverteilungen für die Fütterung, von Haltungsformen (Anteile Weidehaltung/Stallhaltung; Anteile von Aufstallungsformen), Lagerungsformen und Wirtschaftsdünger-Ausbringungstechniken wurden mit Hilfe des Agrarsektormodells RAUMIS (Regionalisiertes Agrar- und UmweltInformationssystem für Deutschland) gewonnen, das am Institut für Ländliche Räume des von Thünen-Instituts (vTI; bis 2008: Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, FAL) betrieben und weiterentwickelt wird. Für eine Einführung siehe WEINGARTEN (1995); eine detaillierte Beschreibung ist in HENRICHSMEYER et al. (1996) zu finden.

Datengrundlage für RAUMIS sind die nationalen Fachstatistiken auf sektoraler und Kreisebene, KTBL-Normdaten zur Beschreibung der Produktionsverfahren, Daten der landwirtschaftlichen Gesamtrechnung, Sonderauswertungen des Bundesministeriums für Landwirtschaft (Bestandsgrößen-Klassenverteilung), sowie Befragungsdaten. Bei fehlenden statistischen Datengrundlagen wird Expertenwissen in die Modellformulierung einbezogen.

Nachfolgend findet sich eine Zusammenstellung von leistungsbestimmenden Zusatzdaten aus der Tierhaltung.

Tabelle 118 zeigt die mittleren Tiergewichte für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel. Details der Berechnung der mittleren Tiergewichte werden in RÖSEMANN et al. (2011) beschrieben. In der Aggregation der Tiergewichte auf nationaler Ebene wurden Fehler korrigiert, was bei Milchkühen, übrigen Rindern und Schweinen zu im Vergleich zur Resubmission 2010 höheren mittleren Tiergewichten führt. Diese Änderungen wirken sich lediglich auf die Angaben zu den zusätzlichen Informationen in den CRF-Tabellen aus, nicht aber auf die Höhe der Emissionen, da letztere mit den nicht aggregierten Tiergewichten der einzelnen Tierunterkategorien berechnet wurden.

Beim Geflügel führte die Aktualisierung des Entengewichtes sowie die nach dem neuen Rechenverfahren niedrigeren Endgewichte bei Masthähnchen und –hühnchen zu einer Verringerung des mittleren Gewichtes für Geflügel ab 1998 gegenüber der Resubmission 2010. Diese Abnahme wirkte sich auch verringernd auf die Emissionen aus der Haltung von Enten und Masthähnchen und –hühnchen aus.

Tabelle 118: Mittlere Tiergewichte (4.B)

(kg/Tier)	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	71,1	69,4	70,2	70,6	71,7	72,7	72,5	72,7	72,2	71,5
Geflügel	1,77	1,79	1,81	1,76	1,73	1,71	1,68	1,69	1,72	1,69
(kg/Tier)	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	329,6	334,6	329,4	328,8	327,4	326,4	330,6	333,8	327,7	328,4
Schweine	71,1	71,2	71,3	71,5	71,6	71,1	71,4	71,8	71,3	71,3
Geflügel	1,78	1,81	1,76	1,89	2,02	2,01	1,94	2,01	1,99	1,99

Für die übrigen Tierkategorien ergeben sich mangels differenzierter Daten zeitlich und räumlich konstante Gewichtswerte (RÖSEMANN et al., 2011): Schafe 50 kg/Tier, Ziegen 40 kg/Tier, Pferde 490 kg/Tier, Esel und Maultiere 245 kg/Tier und Büffel 700 kg/Tier.

Tabelle 119 zeigt die mittlere tägliche Milchleistung bei Milchkühen als wichtigen Leistungsparameter.

Tabelle 119: Mittlere tägliche Milchleistung bei Milchkühen (kg/Tag) (4.A)

(kg/Tag)	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/Tag)	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	18,7

Tabelle 120 zeigt die mittlere Trächtigkeit von Milchkühen, Färsen, Mutterkühen und Sauen. Für Büffel wird von einem Trächtigkeitsverhältnis von 25 % ausgegangen. Für Pferde, Esel und Maultiere, Schafe und Ziegen liegen keine Zahlen vor, so dass die Trächtigkeit als Leistungsparameter nicht berücksichtigt wird.

Tabelle 120: Mittlere Trächtigkeit (4.A).

(%)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	75,5	74,5	78,1	79,7	79,2	79,2	79,9	79,3	79,1	79,4
Färsen, Mutterkühe	53,8	54,5	56,7	56,6	57,5	57,9	58,0	58,5	59,2	59,2
Sauen	65,7	68,5	66,8	66,2	67,7	68,0	67,6	66,3	68,7	65,9
(%)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	78,1	78,6	76,1	77,1	78,0	77,9	77,8	79,5	79,1	78,5
Färsen, Mutterkühe	60,0	61,4	60,6	60,9	60,5	60,2	59,7	59,8	59,2	58,7
Sauen	68,1	69,7	69,9	69,8	69,5	70,6	71,1	71,9	71,7	71,8

Tabelle 121 zeigt für Milchkühe, übrige Rinder sowie Schweine die in die Berechnung der CH₄-Emissionen aus Verdauung und Wirtschaftsdünger-Management eingehende tägliche Bruttoenergie-Aufnahme GE .

Tabelle 121: Mittlere tägliche Bruttoenergie-Aufnahme (GE) (4.A)

(MJ/Tier)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	269,2	274,3	283,7	288,9	288,6	291,7	295,7	297,6	302,2	305,6
übrige Rinder	101,2	102,7	106,3	107,2	106,0	106,9	107,5	107,2	107,7	108,4
Schweine	26,9	27,6	27,8	27,8	28,0	28,3	28,4	28,6	28,9	28,8
(MJ/Tier)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	309,8	315,3	317,0	320,5	321,4	325,1	326,8	329,8	326,0	325,9
übrige Rinder	108,7	109,0	108,3	108,3	107,9	108,2	108,7	109,2	108,6	108,8
Schweine	28,9	29,0	29,0	29,1	29,1	29,2	29,3	29,3	29,5	29,8

Die Änderungen gegenüber der Resubmission 2010 sind in methodischen Änderungen begründet (s. Kapitel 6.2.5, 6.3.2.5 und 6.3.4.5).

Tabelle 122 zeigt die Verdaulichkeit des Futters für Milchkühe, übrige Rinder und Schweine. Die Methode zur Berechnung des Mittelwertes für Schweine wurde gegenüber der Resubmission 2010 geändert: Da für Saugferkel bis 8,5 kg Tier⁻¹, die im Inventarmodell GAS-EM bei den Sauen mit gerechnet werden, keine spezifischen Angaben existieren, wurden sie bei der Mittelung nicht berücksichtigt. Dies hat auf die Berechnung der Emissionen keine Auswirkung, da diese vor der Berechnung der mittleren Verdaulichkeit bei Schweinen Aggregation erfolgt.

Für die übrigen Tiere werden die IPCC-Defaultwerte zur Verdaulichkeit des Futters verwendet: Angaben zu dieser Größe finden sich in IPCC (1996b), Table B-7, zu Schafen (60 %), Ziegen (60 %), Pferden (70 %) und Eseln und Maultieren (70 %). Für Büffel gibt IPCC (1996b), Tab. B-5, eine Verdaulichkeit von 55 % an.

Tabelle 122: Verdaulichkeit des Futters (4.A)

(%)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	74,3	74,5	74,7	74,8	74,6	74,7	74,8	74,8	74,9	75,0
übrige Rinder	73,3	73,1	72,9	72,7	72,8	72,6	72,5	72,4	72,4	72,3
Schweine	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8
(%)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	75,1	75,2	75,2	75,3	75,3	75,4	75,5	75,6	75,5	75,5
übrige Rinder	72,3	72,3	72,4	72,4	72,4	72,3	72,4	72,4	72,4	72,5
Schweine	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8

Weitere Angaben zur Tierhaltung, z. B. zu Ausscheidungen (VS, N) und Kennwerten des Wirtschaftsdünger-Managements, finden sich in den nachfolgenden Kapiteln.

6.1.5 Charakterisierung landwirtschaftlich genutzter Böden

Direkte N₂O-Emissionen im Bereich landwirtschaftlich genutzter Böden entstehen aus der Ausbringung von Mineral- und Wirtschaftsdünger, aus Ernterückständen, aus der Bewirtschaftung organischer Böden, durch Weidegang sowie durch die Ausbringung von Klärschlämmen. Indirekte N₂O-Emissionen entstehen als Folge von Deposition reaktiven Stickstoffs sowie durch Stickstoff-Auswaschung und –Oberflächenabfluss.

Zur Beschreibung der verschiedenen emissionsrelevanten Prozesse wird eine Vielzahl unterschiedlicher Daten benötigt. Hierauf geht Kapitel 6.5.2 ein.

6.1.6 Gesamtunsicherheit aller Emissionen des Sektors 4

Parallel zu den Emissionsberechnungen wurde eine Berechnung der Gesamtunsicherheit aller Emissionen des Sektors 4 vorgenommen, siehe Tabelle 123. Grundlage war das in IPCC 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 %-Konfidenzintervalles, 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 die Tier-1-Methode von den beiden Intervallen [2,5 %-Perzentil; Mittelwert] und [Mittelwert; 97,5 %-Perzentil] das größere zu verwenden ist. Diese Forderung wurde umgesetzt.

Hinsichtlich der Quellen der in die Gesamtunsicherheiten-Berechnung eingehenden Unsicherheitsdaten sowie der Schätzung des N₂O-Emissionsfaktors aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird auf RÖSEMANN et al. (2011) verwiesen.

Anzumerken ist, dass bei den Tierzahlen der Rinder die Unsicherheit über die Jahre abgenommen hat, da die Tierzahlen nun aus der HIT-Datenbank (Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere, <http://www.hi-tier.de>) entnommen werden und damit keinerlei Stichprobenfehler mehr auftreten. Es wird daher mit einem geschätzten Mittelwert der Aktivitätsunsicherheit gerechnet. Vergleichsrechnungen haben gezeigt, dass der exakte Wert dieser Unsicherheiten ohne Einfluss auf die Gesamtunsicherheit des Treibhausgas-Inventars ist.

Die für Geflügel zum Emissionsfaktor von CH₄ aus dem Wirtschaftsdünger-Management angegebene Unsicherheit (halbes 95 %-Konfidenzintervall) von 40 % lässt außer Betracht, dass für Enten und Gänse ein höherer Wert gilt (60 %), da letztere nur geringfügig zur CH₄-Emission aus dem Wirtschaftsdünger-Management bei Geflügel beitragen. Beispielberechnungen haben gezeigt, dass der genaue Wert der Unsicherheitsangabe des gesamten Geflügels für die Gesamtunsicherheit des Treibhausgas-Inventars ohne Bedeutung ist.

Gegenüber der Resubmission 2010 wurde ein Fehler in der Unsicherheit der Aktivitätsdaten bei den indirekten N₂O-Emissionen aus Auswaschung und Oberflächenabfluss korrigiert. Der richtige Wert lautet 170 % anstelle von 300 %, s. RÖSEMANN et al. (2011).

Tabelle 123 zeigt die Gesamtunsicherheit aller Emissionen des Sektors 4 für das Jahr 2009 sowie die Unsicherheit des Gesamttrends seit 1990. Alle Emissionswerte sind in CO₂-Äquivalenten angegeben, wobei konventionsgemäß die Umrechnungsfaktoren (GWP) von 21 kg kg⁻¹ für CH₄ und 310 kg kg⁻¹ für N₂O zugrunde gelegt wurden.

Wie der Spalte „Combined uncertainty as % of total national emissions“ in Tabelle 123 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 gegenüber der Resubmission 2010 vorgenommenen Modifikationen bei den Berechnungsmethoden (siehe nachfolgende Kapitel), insbesondere aber die Verwendung eines mehr als dreifach so hohen Emissionsfaktors für N₂O aus Auswaschung und Oberflächenabfluss führen zu einer im Vergleich zum NIR 2010⁵⁹ systematisch bedingten erheblichen Erhöhung der Unsicherheiten von Gesamtemission (75,1 % statt 37,6 %) und Trend (35,5 % statt 24,6 %). Der Umstand, dass im NIR 2010 in der Unsicherheitsberechnung noch die im Sektor 4 nicht zu berichtenden CO₂-Emissionen berücksichtigt wurden, ist dabei von untergeordneter Bedeutung.

59 Für die Resubmission 2010 erfolgte keine Berechnung der Unsicherheiten von Gesamtemission und –trend.

Tabelle 123: Gesamtunsicherheitsberechnung für die Emissionen des Sektors 4 (Tierhaltung und Nutzung landwirtschaftlicher Böden)

Source category	Gas	Base year emissions, in CO ₂ equivalents	Year 2009 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 2009	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	14135,1	11326,3	6	40	40,4	6,3	0,01	0,13	0,24	1,11	1,13
Enteric fermentation, other cattle	CH4	11827,2	8435,0	6	40	40,4	4,7	0,02	0,10	0,68	0,83	1,07
Enteric fermentation, pigs	CH4	601,8	577,8	10	40	41,2	0,3	0,00	0,01	0,03	0,09	0,10
Enteric fermentation, sheep	CH4	548,7	394,9	10	60	60,8	0,3	0,00	0,00	0,04	0,06	0,08
Enteric fermentation, goats	CH4	9,5	23,1	20	60	63,2	0,0	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Enteric fermentation, horses	CH4	169,7	189,4	10	60	60,8	0,2	0,00	0,00	0,03	0,03	0,04
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	2,4	10	60	60,8	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, dairy cows	CH4	2669,0	2573,5	6	40	40,4	1,4	0,00	0,03	0,16	0,25	0,30
Manure management, other cattle	CH4	1589,6	1046,0	6	40	40,4	0,6	0,00	0,01	0,13	0,10	0,17
Manure management, pigs	CH4	2259,8	2280,8	10	40	41,2	1,3	0,00	0,03	0,18	0,37	0,41
Manure management, sheep	CH4	15,0	10,8	10	60	60,8	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, goats	CH4	0,3	0,8	20	60	63,2	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, horses	CH4	26,3	29,4	10	40	41,2	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
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	57,5	86,0	20	40	44,7	0,1	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03
Manure management, dairy cows	N2O	1159,1	961,7	6	100	100,2	1,3	0,00	0,01	0,01	0,09	0,09
Manure management, other cattle	N2O	1137,3	770,2	6	100	100,2	1,1	0,00	0,01	0,21	0,08	0,22
Manure management, pigs	N2O	360,5	366,6	10	100	100,5	0,5	0,00	0,00	0,07	0,06	0,10
Manure management, sheep	N2O	17,8	12,8	10	100	100,5	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, goats	N2O	1,1	2,7	20	100	102,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, horses	N2O	59,6	66,6	10	100	100,5	0,1	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02
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	37,7	48,7	20	100	102,0	0,1	0,00	0,00	0,02	0,02	0,03

Source category	Gas	Base year emissions, in CO ₂ equivalents	Year 2009 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 2009	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	N ₂ O	12722,4	8935,0	20	80	82,5	10,1	0,02	0,10	1,59	2,91	3,32
Soils, application of manure	N ₂ O	5613,4	4815,0	60	80	100,0	6,6	0,00	0,06	0,10	4,71	4,71
Soils, N fixing crops	N ₂ O	855,1	478,1	50	80	94,3	0,6	0,00	0,01	0,22	0,39	0,45
Soils, crop residues	N ₂ O	6265,2	7754,7	50	80	94,3	10,1	0,03	0,09	2,31	6,32	6,73
Soils, organic soils	N ₂ O	5162,1	5016,2	20	200	201,0	13,9	0,01	0,06	1,59	1,64	2,28
Soils, grazing	N ₂ O	2075,2	1580,5	40	200	204,0	4,4	0,00	0,02	0,37	1,03	1,09
Soils, indirect emissions (deposition)	N ₂ O	2942,2	2497,9	50	400	403,1	13,9	0,00	0,03	0,15	2,04	2,04
Soils, indirect emissions (leaching, run-off)	N ₂ O	14252,4	12247,3	170	380	416,3	70,1	0,00	0,14	1,32	33,95	33,97
Soils, sewage sludge emissions	N ₂ O	166,9	168,4	20	80	82,5	0,2	0,00	0,00	0,03	0,05	0,06
Total		86740,2	72702,0									
Overall uncertainty (half the 95% confidence interval) (%)							75,1					35,3

6.1.7 Qualitätssicherung und -kontrolle

6.1.7.1 Überprüfung von Eingangsdaten und Emissionsergebnissen

Wie in den Vorjahren wurden zahlreiche Eingangsdaten bzgl. Übertragungsfehler zwischen Datenquelle und der in Tabellenblättern angelegten Datenbasis überprüft. Es wurde durch Vergleich mit Vorjahresergebnissen und Plausibilitätschecks eine umfangreiche Überprüfung der Ergebnisse der Emissionsberechnungen durchgeführt. In diesem Zusammenhang erfolgte auch eine Überprüfung zahlreicher Berechnungswege und Datenflüsse.

Methodische Änderungen wurden detaillierter als in früheren Jahren im ausführlichen Bericht (RÖSEMANN et al., 2011, Kapitel 1.3) beschrieben. 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.

Zum Abschluss der Berechnungen mit dem Inventarmodell GAS-EM erfolgte nach Eingabe der Aktivitätsdaten und platzbezogenen Emissionsfaktoren (IEF) in das ZSE zur Kontrolle ein Abgleich der im ZSE berechneten Emissionen mit den Emissionsergebnissen, die mit dem Inventarmodell GAS-EM erstellt wurden.

6.1.7.2 Qualitätssystem Emissionsinventare

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt. Eine zusätzliche Qualitätssicherung durch die Nationale Koordinierungsstelle konnte aufgrund begrenzter Ressourcen nicht durchgeführt werden.

6.1.7.3 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.

6.1.7.4 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.

6.1.7.5 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. Im Ergebnis des Review wurde die Resubmission 2010 vorgelegt, siehe Kapitel 6.1 und 10.5.

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					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)		Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
Enteric Fermentation, Dairy Cattle (CRF 4.A.1.a)	l / t / T2	CH ₄	1,16 %	1,21 %	-19,9 %
Enteric Fermentation, Non- Dairy Cattle (CRF 4.A.1.b)	l / - / T2	CH ₄	0,97 %	0,90 %	-28,7 %

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	NO	CS/ D	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
EF Unsicherheiten in %		-40/ +60								
Unsicherheitenverteilung		N								
Methode EF-Ermittlung		CS/D/T1 /T2								

Innerhalb der Quellgruppe *Fermentation bei der Verdauung* ist die Kategorie *Milchkühe* (4.A.1.a) für CH₄-Emissionen nach der Emissionshöhe und dem Trend eine Hauptquellgruppe; die Kategorie *übrige Rinder* (4.A.1.b) nur nach der Emissionshöhe.

Mikrobielle Umsetzungen im Magen setzen CH₄ frei. Die pro 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 8,5 kg Tier⁻¹, Aufzuchtferkel, Mastschweine und Eber), Schafen, Ziegen, Pferden, Eseln und Maultieren sowie Büffeln.

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 Hauptquellgruppe dar. Dies liegt u. A. an den hohen Tiergewichten, der hohen Leistung und damit verbunden der hohen Bruttoenergie-Aufnahme. Die Kategorie *übrige Rinder* (4.A.1.b) ist eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe.

Tabelle 125 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, u. A. .a. Anfang der 1990er Jahre und bessere Verdaulichkeit des Futters, teilweise kompensiert durch steigende GE-Aufnahme, Milchleistung, Tiergewichte 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: 80,5 %; 2009: 77,7 %). Insgesamt haben die CH₄-Emissionen aus der Verdauung zwischen 1990 und 2009 um 23,2 % abgenommen.

6.2.2 Methodische Aspekte (4.A)

6.2.2.1 Methodik

In der Analyse der Hauptquellgruppen in der deutschen Landwirtschaft wurden die CH₄-Emissionen der Milchkühe und der sonstigen Rinder in der Kategorie 4.A „Fermentation bei der Verdauung“ als Hauptquellgruppen identifiziert. Daher werden die CH₄-Emissionen von Rindern mit einem Tier-2-Verfahren (IPCC, 1996b, 4.15 ff; IPCC, 2006, 10.24 ff) ermittelt. Es wurde berücksichtigt, dass saugende Kälber keine Wiederkäuer sind. Auch wenn Schweine keine Hauptquellgruppe sind, wurden sie dennoch nach dem Tier-2-Verfahren berechnet. Die Berechnung der CH₄-Emissionen aller anderen Säugetiere (Schafe, Ziegen, Pferde, Esel und Maultiere, Büffel) erfolgte nach dem Tier-1-Verfahren.

Prinzipiell werden die Emissionen nach beiden Verfahren in folgenden Schritten berechnet:

- Ermittlung von Tierbeständen, die hinsichtlich ihrer Eigenschaften und Emissionen homogen sind (Tierkategorien, Subkategorien),
- Ermittlung der entsprechenden Aktivitätsdaten,
- Ermittlung der platzbezogenen Emissionsfaktoren (IEF),
- Berechnung der Emissionen als Produkt aus Aktivitätszahl und Emissionsfaktor.

Im einfacheren Tier-1-Verfahren werden Default-Emissionsfaktoren verwendet. 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 (s. Kapitel 6.2.2.3) 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)

Eine ausführlichere Beschreibung der Vorgehensweise findet sich in RÖSEMANN et al. (2011).

6.2.2.2 Änderungen der Methodik

Nachfolgend werden die im Inventarmodell GAS-EM für den vorliegenden NIR 2011 eingeführten Änderungen der Berechnungsmethoden beschrieben, soweit sie für die Berechnung der CH₄-Emissionen aus der Verdauung relevant sind.

Im Milchkuh-Modul „Ausscheidungen“ wird beim Energie-Gehalt (NEL) des Raufutters nun auch der Einfluss des Weidegangs berücksichtigt. Dadurch verringert sich die Aufnahme an Gesamtenergie (GE) geringfügig mit der Folge entsprechend niedrigerer CH₄-Emissionen aus der Verdauung.

In Reaktion auf den In-Country-Review 2010 wird seit der Resubmission 2010 der Methan-Umwandlungsfaktor für Milchkühe nicht mehr mit nationalen Daten berechnet, sondern der IPCC (1996b)-Standardwert von 6 % verwendet.

Bei den Mastbullen wurde die Berechnung der täglichen Gewichtszunahmen mit den aktuellen HIT-Daten für 2009 aktualisiert (HIT, Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere, <http://www.hi-tier.de>). Für die Mastbullen-Schlachtgewichte werden ab 1999 nun die HIT-Daten verwendet. Bis 1998 werden wie bisher die Daten des Statistischen Bundesamtes (FS 3, R. 4.2.1) verwendet. Es ergibt sich eine geringfügige Erhöhung der CH₄-Emission pro Tierplatz aus der Verdauung.

Bei den Mutterkühen wurde in der Berechnung der Gesamtenergie-Aufnahme (GE) ein Fehler korrigiert. Dadurch steigt die GE-Aufnahme um rund 26 %, entsprechend auch die CH₄-Emission pro Tierplatz aus der Verdauung.

In der Gleichung für die kumulative umsetzbare Energie musste bei den Mastschweinen ein Fehler korrigiert werden, wodurch der Bedarf an umsetzbarer Energie und damit die Aufnahme an Gesamtenergie GE im Vergleich zur Resubmission 2010 ansteigt (3,2 % für 1990, 2,4 % für 2008).

6.2.2.3 Aktivitätsdaten und zusätzliche Informationen (4.A)

Für die Tierzahlen wird auf Kapitel 6.1.4.2 verwiesen. Die Daten zur Bruttoenergie-Aufnahme (GE) werden in Kapitel 6.1.4.3 bereitgestellt. Der über alle Haltungssysteme gemittelte Methan-Umwandlungsfaktor für Milchkühe, übrige Rinder und Schweine ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 124: Methan-Umwandlungsfaktor (4.A)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
übrige Rinder	6,16	6,17	6,16	6,15	6,15	6,15	6,16	6,17	6,17	6,15
Schweine	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
übrige Rinder	6,15	6,16	6,15	6,15	6,16	6,14	6,15	6,15	6,14	6,15
Schweine	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60

Für Milchkühe handelt es sich um den Standardwert des Methan-Umwandlungsfaktors nach IPCC (1996b), Tabelle A-1 (6 %).

Der Wert für die Gruppe der übrigen Rinder ergibt sich als mit der Tierzahl gewichtetes Mittel. 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.

Der Umwandlungsfaktor für Schweine von 0,6 % beruht auf IPCC (1996b), Tab. A-4.

Schafe, Ziegen, Pferde, Esel und Maultiere sowie Büffel werden mit Tier-1-Verfahren gerechnet, wofür kein Methan-Umwandlungsfaktor benötigt wird.

6.2.2.4 Berechnete Emissionen (4.A)

Die CH₄-Emissionen aus der Verdauung für die gesamte deutsche Tierhaltung zeigt Tabelle 125.

Tabelle 125: CH₄-Emissionen E_{CH₄} aus der Tierhaltung (Verdauung) (4s1.A)

[Tg a ⁻¹ CH ₄]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E _{CH₄}	1,30	1,17	1,15	1,14	1,14	1,14	1,14	1,11	1,10	1,09
[Tg a ⁻¹ CH ₄]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
E _{CH₄}	1,07	1,09	1,05	1,03	1,01	1,00	0,98	0,98	1,00	1,00

Wie Tabelle 126 zeigt, entstammen die CH₄-Emissionen aus der Fermentation bei der Verdauung in Deutschland fast vollständig der Rinderhaltung, wobei innerhalb der Gruppe der Rinder die Milchkühe die bedeutendste Quellgruppe darstellen. (Die Beiträge der nicht aufgeführten Tiere sind sehr gering.)

Tabelle 126: CH₄-Emissionen aus der Verdauung (4.A.1.a)

[Tg a ⁻¹ CH ₄]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	0,67	0,61	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,59	0,57	0,57
übrige Rinder	0,56	0,50	0,49	0,48	0,48	0,48	0,48	0,46	0,46	0,46
Schweine	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
Schafe	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
[Tg a ⁻¹ CH ₄]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	0,56	0,56	0,55	0,55	0,54	0,54	0,52	0,53	0,54	0,54
übrige Rinder	0,46	0,46	0,44	0,42	0,41	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Schweine	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Schafe	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

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) 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 127 zeigt die zeitliche Entwicklung der mittleren Emissionsfaktoren $IEF_{CH_4, ent}$ bei Milchkühen, übrigen Rindern und Schweinen.

Tabelle 127: CH₄-Emissionsfaktoren aus der Tierhaltung (Verdauung) (4.A.1.a)

[kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	105,9	108,5	111,6	113,7	113,6	114,8	116,4	117,1	118,9	120,3
übrige Rinder	42,9	43,7	45,0	45,4	44,8	45,2	45,4	45,3	45,6	45,9
Schweine	1,06	1,09	1,09	1,10	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,13
[kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Milchkühe	121,9	124,1	124,7	126,1	126,5	128,0	128,6	129,8	128,3	128,2
übrige Rinder	46,1	46,2	45,8	45,8	45,7	45,7	45,9	46,2	45,8	46,0
Schweine	1,14	1,14	1,14	1,14	1,15	1,15	1,15	1,15	1,16	1,17

Aus Tabelle 128 gehen beispielhaft für 2009 die Emissionsfaktoren der Unterkategorien der übrigen Rinder hervor:

Tabelle 128: CH₄-Emissionsfaktoren (Verdauung) bei den übrigen Rindern für 2009 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	41,1
Mastbullen	56,3
Mutterkühe	77,3
Zuchtbullen	77,5
IPCC (1996)-Default	48
IPCC (2006)-Default	57

Aufgrund von Modifikationen der Berechnungsmethoden (s. Kapitel 6.2.2.1) weichen die Emissionsfaktoren bei Milchkühen, übrigen Rindern und Schweinen von den Werten der Resubmission 2010 ab, siehe Tabelle 131 in Kapitel 6.2.5.

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). Es wird angenommen, dass dieser Prozentsatz näherungsweise auch für das Verhältnis der Gesamtenergieaufnahme und damit auch für den Emissionsfaktor gilt. Tabelle 129 zeigt die verwendeten Emissionsfaktoren für Schafe, Ziegen, Großpferde, Kleinpferde und Ponys, Esel und Maultiere sowie Büffel

Tabelle 129: 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 123 in Kapitel 6.1.6 (Gesamt-Unsicherheit des deutschen THG-Inventars) zu entnehmen. Alle Zeitreihen sind konsistent.

6.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.A)

Kapitel 6.1.7 vermittelt einen Überblick über die Maßnahmen hinsichtlich der quellenspezifischen QS/QK und der Verifizierung.

Im Rahmen der Verifizierung erfolgt in diesem Kapitel eine Gegenüberstellung der Daten aus der deutschen Milchkuh-Haltung 2009 mit IPCC-Defaultwerten sowie mit Daten benachbarter Staaten incl. des Vereinigten Königreiches (aus dem Jahr 2008, UNFCCC Submission 2010). Es zeigt sich, dass der für Deutschland berechnete Emissionsfaktor für Milchkühe im oberen Bereich der Daten aus den Nachbarländern liegt. Die Abweichung gegenüber den IPCC-Defaultwerten kann durch höheres Gewicht und höhere Milchleistung erklärt werden.

Tabelle 130: Methan-Emissionen aus der Verdauung bei Milchkühen verschiedener Länder im Vergleich des resultierenden Emissionsfaktors (IEF). Angaben für Deutschland für 2009, Daten anderer Länder für 2008.

	<i>IEF_{CH₄}</i>	Milchleistung	Tiergewicht	Anteil tragender Kühe
	[kg Platz ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]	kg Platz ⁻¹ d ⁻¹	[kg Tier ⁻¹]	[%]
Österreich	115,59	16,60	700	90
Belgien	121,97	18,40	600	
Tschechische Republik	115,88	18,59	585	90
Dänemark	130,43	23,53	575	90
Deutschland	128,25	18,70	642	78
Frankreich	117,33	17,23		
Niederlande	128,30			
Polen	96,57	12,29	500	84,8
Schweiz	119,98			
Vereinigtes Königreich	108,94	19,12	644	
Default (IPCC, 1996b, Table 4-4, Table A-1)	100	11,5	550	90
Default (IPCC, 2006, Tables 10.11, 10A.1)	109	16,44 ¹⁾	600	90

¹⁾ berechnet aus 6000 kg Platz⁻¹ a⁻¹

Quelle (ausgenommen Deutschland): UNFCCC 2010

6.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (4.A)

Im Vergleich zur Resubmission 2010 haben sich die folgenden Veränderungen ergeben (vgl. Tabelle 131 und Tabelle 132):

- Durch die Änderungen in der Methodik kommt es zu Änderungen der Bruttoenergieaufnahme bei den Milchkühen, Mastbullen und Mutterkühen (s. Kapitel 6.2.2.2), was sich geringfügig auf die Berechnung des Emissionsfaktors auswirkt.
- Der Methan-Umwandlungsfaktor bei Schweinen hat sich erhöht. Er entspricht jetzt dem in IPCC (1996b) empfohlenen Wert von 0,6 %, der für alle im Inventarmodell GAS-EM berechneten Schweinekategorien (Sauen, Aufzuchtferkel, Mastschweine und Eber) eingesetzt wird. Der Wert in der Resubmission 2010 war zu niedrig, da bei der Mittelung auch die Zahl der bei den Sauen mit gerechneten Saugferkel bis zu einem Gewicht von 8,5 kg Tier⁻¹ berücksichtigt wurde, obwohl ihr Beitrag in dem der Sauen enthalten ist, s. Kapitel 6.1.4. Dies hat nur einen Einfluss auf die Darstellung, nicht auf die berechnete Emission.

- Die Berechnung der Aufnahme an Gesamtenergie GE bei den Mastschweinen wurde korrigiert, wodurch ein Anstieg von GE gegenüber der Resubmission zu verzeichnen ist, siehe Kapitel 6.2.2.2.
- Insgesamt hat sich dadurch die Gesamt-Methanemission aus der Verdauung gegenüber der Resubmission 2010 in der Größenordnung von einem Prozent erhöht.

Tabelle 131: Vergleich der 2011 und 2010 berichteten resultierenden CH₄-Emissionsfaktoren (4.A)

[kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2011	105,9	108,5	111,6	113,7	113,6	114,8	116,4	117,1	118,9	120,3
Milchkühe 2010	105,9	107,9	111,5	113,6	113,3	114,5	116,1	116,8	118,6	119,9
Übrige Rinder 2011	42,9	43,7	45,0	45,4	44,8	45,2	45,4	45,3	45,6	45,9
Übrige Rinder 2010	42,6	43,4	44,4	44,7	44,1	44,3	44,5	44,4	44,6	44,7
Schweine 2011	1,06	1,09	1,09	1,10	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,13
Schweine 2010	0,91	0,94	0,93	0,94	0,95	0,96	0,96	0,97	0,98	0,96
[kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2011	121,9	124,1	124,7	126,1	126,5	128,0	128,6	129,8	128,3	128,2
Milchkühe 2010	121,6	123,7	124,3	125,7	126,1	127,5	128,2	129,3	128,0	
Übrige Rinder 2011	46,1	46,2	45,8	45,8	45,7	45,7	45,9	46,2	45,8	46,0
Übrige Rinder 2010	44,9	45,1	44,7	44,7	44,5	44,6	44,8	44,9	44,5	
Schweine 2011	1,14	1,14	1,14	1,14	1,15	1,15	1,15	1,15	1,16	1,17
Schweine 2010	0,97	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99	

Tabelle 132: Vergleich der der 2011 und 2010 berichteten CH₄-Emissionen (Verdauung) (4.A)

[Tg a ⁻¹ CH ₄]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Summe 2011	1,30	1,17	1,15	1,14	1,14	1,14	1,14	1,11	1,10	1,09
Summe 2010	1,30	1,16	1,14	1,13	1,12	1,13	1,13	1,10	1,08	1,08
Milchkühe 2011	0,67	0,61	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,59	0,57	0,57
Milchkühe 2010	0,61	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,59	0,57	0,57	0,61
übrige Rinder 2011	0,56	0,50	0,49	0,48	0,48	0,48	0,48	0,46	0,46	0,46
übrige Rinder 2010	0,56	0,50	0,48	0,47	0,47	0,47	0,47	0,45	0,45	0,45
Schweine 2011	0,029	0,025	0,025	0,025	0,024	0,023	0,024	0,024	0,026	0,026
Schweine 2010	0,028	0,025	0,025	0,024	0,023	0,023	0,023	0,024	0,026	0,025
[Tg a ⁻¹ CH ₄]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Summe 2011	1,07	1,09	1,05	1,03	1,01	1,00	0,98	0,98	1,00	1,00
Summe 2010	1,06	1,08	1,04	1,03	1,00	0,99	0,97	0,98	0,99	
Milchkühe 2011	0,56	0,56	0,55	0,55	0,54	0,54	0,52	0,53	0,54	0,54
Milchkühe 2010	0,56	0,56	0,55	0,55	0,54	0,54	0,52	0,53	0,54	
übrige Rinder 2011	0,46	0,46	0,44	0,42	0,41	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
übrige Rinder 2010	0,45	0,45	0,43	0,41	0,40	0,39	0,39	0,39	0,39	
Schweine 2011	0,025	0,025	0,026	0,026	0,025	0,027	0,026	0,027	0,027	0,028
Schweine 2010	0,025	0,025	0,025	0,026	0,025	0,026	0,026	0,027	0,026	

6.2.6 Geplante Verbesserungen (4.A)

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 Eiweißseinsatz in der Schweinemast einfließen sollen. Die

verbesserte Modellierung der Schweinefütterung wird auch 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 im Sommer 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				
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
Manure Management, Dairy Cattle (CRF 4.B.1.a)	CH ₄			
Manure Management, Dairy Cattle (CRF 4.B.1.a)	N ₂ O			
Manure Management, Swine (CRF 4.B.8)	CH ₄			

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	NO	CS/D	NO	NO	NO	D	D	-	CS	NO
EF Unsicherheiten in %		-40/ +60				30				
Unsicherheitenverteilung		N				N				
Methode EF-Ermittlung		D/T1/T 2				CS/T 1				

Die Quellgruppe *Wirtschaftsdünger-Management* ist eine Hauptquellgruppe nach der Tier-2-Analyse für CH₄ und N₂O aus Milchkühen sowie nur für CH₄ aus Schweinen.

Die Treibhausgas-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management umfassen CH₄ und N₂O aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern im Stall, auf befestigten Flächen außerhalb des Stalls sowie im Lager im engeren Sinne. N₂O-Emissionen infolge von Weidegang und Wirtschaftsdünger-Ausbringung werden unter 4.D (Kapitel 6.5) berichtet.

Die Berechnung der CH₄- und N₂O-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, befestigte Flächen) verbrachten Zeiten, sowie von Stalltyp, Stroheinsatz und Lagerungstyp.

Im Jahr 2009 entfielen 22,3 % (1990: 19,5 %) der gesamten CH₄-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft auf CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management, die in den Jahren 1990 bis 2009 um rund 8,9 % abgenommen haben. Diese Abnahme ist überwiegend auf einen Rückgang der Tierbestände 1990 bis 1992 in Folge der deutschen Wiedervereinigung zurück zu führen. Die Wirkung der Abnahme der Tierzahlen seit 1990 wird teilweise durch eine Zunahme der Gesamtenergieaufnahme infolge eines Anstiegs der individuellen tierischen Leistung kompensiert.

Der Anteil des Wirtschaftsdünger-Managements an den gesamten N₂O-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft betrug 2009 4,9 %, während er 1990 noch bei 5,3 % lag. Von 1990

bis 2009 nahmen die N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management um 19,6 % ab, was wie bei den CH₄-Emissionen auf eine Abnahme der Tierzahlen zurückzuführen ist. Auch hier wird die Wirkung der Tierzahlreduktion durch Leistungszunahme (hier wegen der damit verbundenen Zunahme an N-Ausscheidungen pro Tier) teilkompensiert.

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)

Für Milchkühe, übrige Rinder und Schweine wird ein Tier-2-Verfahren verwendet (IPCC, 1996b, S. 4.22; IPCC, 2006, S. 10.35 ff) angewendet. Es sieht die detaillierte Berechnung der VS-Ausscheidungen vor, die proportional zur Aufnahme an Gesamtenergie GE ist. Letztere wird leistungs- und futterabhängig berechnet (siehe Kapitel 6.3.4.2.1). Die VS-Ausscheidungen werden mit maximalen Methanproduktionskapazitäten B_o und Methan-Umwandlungsfaktoren MCF verrechnet, die die Häufigkeit einzelner Lagerungsverfahren für Fest- und Flüssigmist sowie Weidegang in Deutschland und klimatische Effekte berücksichtigen und damit räumlich und zeitlich variieren.

Gleichung 5: Berechnung der VS-Ausscheidungen

$$EF_{CH_4, MM, i} = VS_i \cdot \alpha \cdot B_{o, i} \cdot \rho_{CH_4} \cdot \sum_{jk} MCF_{i, j, k} \cdot MS_{i, j}$$

$EF_{CH_4, MM, i}$	Emissionsfaktor für Methan aus dem Wirtschaftsdüngermanagement für Tierkategorie i (in kg Tierplatz ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
VS_i	VS-Ausscheidung von Tierkategorie i (in kg Tierplatz ⁻¹ d ⁻¹)
α	Faktor zur Umwandlung der Zeiteinheiten ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
$B_{o, i}$	Maximale Methanproduktionskapazität von Tierkategorie i (in m ³ kg ⁻¹ CH ₄)
ρ_{CH_4}	Dichte von Methan ($\rho_{CH_4} = 0,67 \text{ kg m}^{-3}$)
$MCF_{i, j, k}$	Methan-Umwandlungsfaktor für Wirtschaftsdüngermanagement-System j und Klimaregion k (in kg kg ⁻¹)
$MS_{i, j}$	Anteil von Tierkategorie i deren Exkremente in Wirtschaftsdüngermanagement-System j anfallen (in Tierplatz Tierplatz ⁻¹)

Zu VS-Ausscheidung, maximaler Methanproduktionskapazität B_o und Methan-Umwandlungsfaktoren MCF siehe Kapitel 6.3.2.2.3.

Dieses Tier-2-Verfahren wird ebenfalls für Legehennen, Masthähnchen und –hähnchen, Junghennen sowie Puten angewandt.

Für Schafe, Ziegen, Pferde, Esel und Maultiere, Büffel und Enten wird zwar die Tier-2-Gleichung zur Berechnung des Emissionsfaktors verwendet. Bei den eingehenden Größen handelt es sich aber um IPCC-Defaultwerte.

Bei Pferden wird nach Kleinpferden/Ponys und Großpferden unterschieden: 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). Es wird angenommen, dass dieser Prozentsatz näherungsweise auch für das Verhältnis der

VS (volatile solids)-Ausscheidungen von Kleinpferden bzw. Ponys und Großpferden angewendet werden kann.

Für Gänse sind keine Daten für die Anwendung der Tier-2-Methode verfügbar; daher berechnet Deutschland die CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management mit der Tier-1-Methode.

Für eine ausführlichere Beschreibung der Berechnung der Methan-Emissionen aus der Wirtschaftsdüngerlagerung wird auf RÖSEMANN et al. (2011) verwiesen.

6.3.2.2.2 Änderungen der Methodik (4.B, Methan)

Die in Kapitel 6.2.2.2 im Hinblick auf die CH₄-Emissionen aus der Verdauung erwähnten Änderungen der Methodik wirken sich auch auf die CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management aus.

6.3.2.2.3 Aktivitätsdaten und zusätzliche Informationen (4.B, Methan)

Für die Tierzahlen wird auf Kapitel 6.1.4.2 verwiesen. Die Berechnung der Ausscheidungen von volatile solids (VS) basiert bei Rindern, Schweinen und Geflügel (Gänse ausgenommen) auf Tier-2-Rechnungen des Energie- und Stoff-Umsatzes. Als Ergebnis des In-Country-Review 2010 wird seit der Resubmission 2010 für die Milchkühe der zur Berechnung der VS-Ausscheidungen benötigte Aschegehalt in den Ausscheidungen mit 8 % angenommen (IPCC, 1996b) statt des vorher verwendeten nationalen Wertes von 13,9 %.

Die mit dem Inventarmodell berechneten VS-Ausscheidungen sind in Tabelle 133 dargestellt. (Die Berechnungen für Geflügel erfolgten ohne Berücksichtigung der Gänse, da VS-Ausscheidungen für Gänse mangels einer geeigneten Beschreibung der Energieaufnahme nicht berechnet werden können und auch kein IPCC-Defaultwert existiert.)

Die mit nationalen Daten berechneten Werte sind niedriger als die Defaultwerte von IPCC (1996) 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 (1996). Für Geflügel gibt IPCC (2006) Werte zwischen 0,01 kg d⁻¹ VS für Broiler und 0,07 kg d⁻¹ VS für Puten an.

Tabelle 133: Tägliche VS-Ausscheidung pro Tier für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel (ohne Gänse)(4.B(a)s1)

[kg d ⁻¹ VS]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	3,97	4,03	4,14	4,21	4,22	4,26	4,31	4,33	4,38	4,42
Übrige Rinder	1,33	1,36	1,42	1,44	1,42	1,44	1,46	1,46	1,47	1,48
Schweine	0,26	0,26	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,28	0,27
Geflügel ohne Gänse	0,017	0,017	0,018	0,018	0,018	0,017	0,018	0,018	0,018	0,018
[kg d ⁻¹ VS]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	4,47	4,53	4,55	4,58	4,59	4,63	4,65	4,68	4,64	4,63
Übrige Rinder	1,49	1,49	1,48	1,47	1,47	1,47	1,48	1,48	1,47	1,47
Schweine	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Geflügel ohne Gänse	0,019	0,019	0,019	0,020	0,022	0,022	0,022	0,023	0,023	0,024

Für alle übrigen Tiere wurden die VS-Default-Werte nach IPCC (2006), Tabellen 10A-6 und 10A-9, übernommen, siehe Tabelle 134. 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 134: 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	3,9
Geflügel (ohne Gänse)	0,024

Deutschland verfügt nicht über nationale Daten zu maximalen Methan-Bildungsraten für die Berechnung von CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Lager. Deshalb wird auf IPCC-Default-Werte zurückgegriffen (IPCC, 2006: 10.77 ff), siehe dazu Tabelle 135. 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 (1996) mit 0,33 m³ kg⁻¹ CH₄ angegeben.

Tabelle 135: Maximale Methan-Bildungskapazität B_0 nach IPCC (2006)-10.77ff (4.B(a)s1)

[m ³ kg ⁻¹ CH ₄]	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 Gänse berechnet Deutschland die CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management mit der Tier-1-Methode, wobei der Emissionsfaktor nach IPCC (1996b), Tabelle B-7, mit dem dort für die Gesamtkategorie Geflügel angegebenen Emissionsfaktor 0,78 kg Platz⁻¹ a⁻¹ CH₄ verwendet wird.

Für Junghennen sind keine B_0 -Angaben verfügbar. Da aber nationale VS-Werte vorliegen, rechnet Deutschland dennoch mit dem Tier-2-Verfahren, wozu ersatzweise der höchste B_0 -Wert, der aus IPCC (2006), Table 10A-9, für Geflügel entnommen werden kann, angesetzt wird: 0,39 m³ kg⁻¹ CH₄ (Legehennen). Dieser Wert ist höher als der in IPCC (1996b), Table B-7, für Geflügel insgesamt angegebene Wert (0,32 m³ kg⁻¹ CH₄).

Mit gleicher Vorgehensweise für Gänse berechnet das Inventarmodell für Geflügel insgesamt die in Tabelle 136 gezeigte Zeitreihe des deutschen B_0 -Mittelwertes für Geflügel. Er liegt durchgehend über dem von IPCC (1996b), Tabelle B-7, für Geflügel insgesamt angegebenen Wert von 0,32 m³ kg⁻¹ CH₄.

Tabelle 136: Maximale Methan-Bildungskapazität B_0 für Geflügel (4.B(a)s1)

$[\text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{CH}_4]$	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Geflügel	0,374	0,374	0,373	0,373	0,373	0,373	0,372	0,372	0,372	0,371
$[\text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{CH}_4]$	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	0,370	0,370

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Verteilung der verschiedenen Wirtschaftsdünger-Managementsysteme (Angaben in % des ausgeschiedenen Stickstoffs).

Tabelle 137: Relative Anteile güllebasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	54,8	55,2	55,3	55,1	70,8	70,8	70,9	70,9	72,2	72,3
übrige Rinder	59,9	60,0	58,5	57,7	56,6	55,7	55,1	54,6	54,3	53,7
Schweine	80,8	80,3	80,5	81,1	87,3	87,4	87,7	87,7	89,2	89,0
Schafe	NO									
Ziegen	NO									
Pferde	NO									
Esel/Maultiere	NO									
Büffel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	42,0	42,0	42,0	42,0
Geflügel	NO									
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	72,3	72,4	72,3	72,4	72,4	72,4	72,3	72,5	72,7	72,7
übrige Rinder	53,5	53,7	53,6	53,6	53,3	53,2	53,3	53,3	53,2	53,4
Schweine	89,2	89,3	89,3	89,4	89,4	89,6	89,5	89,5	89,8	90,0
Schafe	NO									
Ziegen	NO									
Pferde	NO									
Esel/Maultiere	NO									
Büffel	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0
Geflügel	NO									

Tabelle 138: Relative Anteile strohbasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	26,8	26,2	26,2	26,4	15,4	15,3	15,3	15,3	14,3	14,2
übrige Rinder	26,7	25,9	25,9	26,2	26,6	26,9	27,0	27,1	26,9	27,3
Schweine	19,2	19,7	19,5	18,9	12,7	12,6	12,3	12,3	10,8	11,0
Schafe	28,9	30,0	29,5	28,8	28,9	29,1	28,5	28,9	29,0	27,9
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	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	14,3	14,3	14,4	14,2	14,3	14,3	14,4	14,3	14,0	14,0
übrige Rinder	27,4	27,3	27,2	27,2	27,3	27,2	27,1	27,1	27,3	27,2
Schweine	10,8	10,7	10,7	10,6	10,6	10,4	10,5	10,5	10,2	10,0
Schafe	28,4	28,2	28,5	27,7	28,3	28,3	28,8	28,8	28,9	28,5
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

Tabelle 139: 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	18,6	18,5	18,5	13,9	13,9	13,8	13,8	13,5	13,5
übrige Rinder	13,4	14,1	15,6	16,1	16,8	17,4	17,9	18,3	18,8	19,0
Schweine	NO									
Schafe	71,1	70,0	70,5	71,2	71,1	70,9	71,5	71,1	71,0	72,1
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	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	16,0	16,0	16,0
Geflügel	NO									
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	13,4	13,4	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,2	13,2	13,3
übrige Rinder	19,2	19,1	19,2	19,2	19,5	19,6	19,5	19,6	19,5	19,4
Schweine	NO									
Schafe	71,6	71,8	71,5	72,3	71,7	71,7	71,2	71,2	71,1	71,5
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									

Deutschland verwendet die in IPCC (2006), Tabelle 10A-4 bis Tabelle 10A-9, angegebenen Methan-Umwandlungsfaktoren (MCF), weil diese im Gegensatz zu den Faktoren nach IPCC (1996b) eine Differenzierung der in Deutschland üblichen Haltungsverfahren sowie fallweise die Berücksichtigung unterschiedlicher Temperaturen erlauben. Tabelle 140 zeigt die sich im Mittel über alle güllebasierten Systeme ergebenden Methan-Umwandlungsfaktoren (MCF) für Milchkühe, übrige Rinder und Schweine.

Tabelle 140: 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	13,8	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4
übrige Rinder	13,8	13,8	13,8	13,7	13,2	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3
Schweine	17,0	17,0	17,0	17,0	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4
übrige Rinder	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3
Schweine	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4

Nach IPCC (2006)-10.44 wird bei den Säugetieren für die strohbasierten Systeme 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 Weidegang wird für alle Jahre der von IPCC (1996b) und IPCC (2006) gleichermaßen vorgeschlagenen Default-MCF von 1 % verwendet.

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 141 ist die Zeitreihe der gesamten CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management zusammengestellt.

Tabelle 141: Gesamt-CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4s1)

[Gg a ⁻¹ CH ₄]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	315,13	282,46	279,09	276,68	293,75	291,51	294,24	290,52	296,75	294,07
[Gg a ⁻¹ CH ₄]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	287,96	291,19	286,25	285,94	278,95	282,83	276,63	280,65	284,23	287,03

Tabelle 141 lässt einen Rückgang der Emissionen erkennen, der im Wesentlichen auf die Jahre nach der deutschen Vereinigung beschränkt ist und hierbei hauptsächlich auf die Verringerung der Tierbestände zurückzuführen ist. Mehr als die Hälfte der Gesamtemission wird durch die Rinderhaltung verursacht; die Schweinehaltung trägt über ein Drittel bei.

Tabelle 142 gibt die CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management bei Milchkühen, der Gruppe der übrigen Rinder und Schweinen wieder.

Tabelle 142: CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management für Milchkühe, übrigen Rinder und Schweine (4.s1.)

[Gg a ⁻¹ CH ₄]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	127,1	116,9	114,1	114,0	136,1	136,1	136,8	132,8	131,5	130,9
übrige Rinder	75,7	68,7	65,9	64,5	61,3	61,2	60,8	58,4	57,9	58,2
Schweine	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
Milchkühe	126,8	128,3	125,4	125,0	122,7	122,2	118,2	119,1	122,8	122,5
übrige Rinder	57,4	58,2	54,7	53,1	50,7	50,1	49,6	49,5	49,7	49,8
Schweine	98,9	99,5	101,0	102,5	100,0	105,0	103,4	106,2	105,7	108,6

6.3.2.2.5 CH₄-Emissionsfaktoren (4.B, Methan)

Tabelle 143 zeigt die zeitliche Entwicklung der mittleren Emissionsfaktoren für die CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management bei Milchkühen, übrigen Rindern und Schweinen.

Tabelle 143: CH₄-Emissionsfaktoren (IEF) für das Wirtschaftsdünger-Management (4.B(a)s1)

[kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	20,0	20,8	21,3	21,5	25,8	26,0	26,3	26,4	27,2	27,5
übrige Rinder	5,8	6,0	6,1	6,1	5,7	5,7	5,8	5,7	5,7	5,7
Schweine	4,0	4,1	4,1	4,1	4,2	4,3	4,3	4,4	4,5	4,4
[kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	27,7	28,2	28,3	28,6	28,6	28,9	29,0	29,2	29,1	29,1
übrige Rinder	5,8	5,8	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
Schweine	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,6	4,6

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 123 in Kapitel 6.1.6 (Gesamt-Unsicherheit des deutschen THG-Inventars) verwiesen. Alle Zeitreihen sind konsistent.

6.3.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.B, Methan)

Kapitel 6.1.7 vermittelt einen Überblick über die Maßnahmen hinsichtlich der quellspezifischen QS/QK und der Verifizierung.

Ein im Rahmen der Verifizierung vorgenommener Vergleich der für 2009 erhaltenen Ergebnisse mit denen benachbarter Staaten sowie des Vereinigten Königreiches von 2008 (Submission 2010 für 2008, UNFCCC 2010) lässt erkennen, dass Deutschland bzgl. der CH₄-Emissionen aus dem Milchkuh-Wirtschaftsdünger-Management annähernd mit Dänemark vergleichbar ist (s. Tabelle 144). Die für Frankreich angegebenen sehr hohen *MCF*-Werte für Flüssigmistsysteme wirken sich aufgrund der vergleichsweise sehr geringen Verbreitung von Flüssigmistsystemen nur in geringem Maße aus, so dass der französische IEF nur knapp zwei Drittel so groß ist wie der deutsche Wert. Aus ähnlichem Grund ist der polnische IEF noch geringer als der französische Wert. Der hohe niederländische IEF kann mangels Kenntnis der Detaildaten nicht interpretiert werden. Der IEF-Defaultwert von IPCC (1996b) liegt deutlich am unteren Ende der Skala, wohingegen der Defaultwertbereich nach IPCC (2006) die Gegebenheiten offenbar besser beschreibt.

Bei den übrigen Rindern (s. Tabelle 145) und bei Schweinen (s. Tabelle 146) 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. Die VS-Ausscheidungen von Rindern und Schweinen in Deutschland liegen im internationalen Vergleich am unteren Ende des Bereichs.

Beim Geflügel (s. Tabelle 147) liegt der deutsche IEF auf dem Niveau der Ergebnisse aus Dänemark und den Niederlanden. Der 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 Mittelwert für Geflügel liegt am unteren Ende des Defaultwertebereiches von IPCC (2006) und damit deutlich unter dem IPCC-1996-Defaultwert.

Tabelle 144: Methan-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Milchkühen verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (*IEF*) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)

	<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	8,49	4,24	30,13	8,63
Belgien	16,05	3,83		19,00
Tschechische Republik	14,00		40,00	
Dänemark	28,82	6,13	85,80	10,00
Deutschland	29,14	4,63	72,74	13,40
Frankreich	18,30	5,10	10,60	45/72
Niederlande	37,50			17,00
Polen	10,48	4,56	7,68	39,00
Schweiz	25,33	6,08	67,76	10,00
Vereinigtes Königreich	26,76		30,60	39,00
Default (IPCC, 1996b, Table B-3)	14	5,1	40	10
Default (IPCC, 2006, Table 10.14, Table 10.17)	21 bis 23 ¹	5,1	35,7	10 bis 19 ¹

¹ Bereich für in Deutschland vorkommende Systeme und/oder Temperaturen

Quelle (ausgenommen Deutschland): UNFCCC 2010

Tabelle 145: Methan-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei übrigen Rindern verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (*IEF*) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)

	<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	3,97	1,95	20,73	8,28
Belgien	2,61	1,36		19,00
Tschechische Republik	6,00		50,00	
Dänemark	4,31	2,82	30,79	10,00
Deutschland	5,70	1,47	53,36	13,31
Frankreich	20,26	2,70	37,39	45 / 72
Niederlande	6,68 ¹		70,05	
Polen	4,81	2,10	11,89	39,00
Schweiz	4,87 ¹	2,01 ¹	46,94 ¹	10,00 ¹
Vereinigtes Königreich	4,14	0,01	6,00	39,00
Default (IPCC, 1996b, Table B-4)	6	2,7	50	10
Default (IPCC, 2006, Table 10.14, Table 10.17)	6 bis 7 ¹	2,6	25,2	10 bis 19 ²

¹ aus Originaldaten berechnet

² Bereich für in Deutschland vorkommende Systeme und/oder Temperaturen

Quelle (ausgenommen Deutschland): UNFCCC 2010

Tabelle 146: Methan-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Schweinen verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (*IEF*) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)

	<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	1,15	0,36	78,4	
Belgien	9,69	0,49		19
Tschechische Republik	3,00		76	
Dänemark	2,02	0,22	94	10
Deutschland	4,63	0,28	90,0	16,4
Frankreich	20,88	0,50	82/1	45/72
Niederlande	4,43			
Polen	6,54	0,50	28,6	39
Schweiz	5,43	0,50	98,6	10
Vereinigtes Königreich	7,06		31	
Default (IPCC, 1996b, Table B-6)	3	0,5	“pit>1month”:73%	10
Default (IPCC, 2006, Table 10.14, Table 10.17)	Sau,Eber: 9bis10 ¹ Übrige:6	Sau,Eber: 0,46 Übrige:0,30	“pit>1month”: 70%	10bis19 ¹

¹ Bereich für in Deutschland vorkommende Systeme und/oder Temperaturen

Quelle (ausgenommen Deutschland): UNFCCC 2010

Tabelle 147: Methan-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Geflügel verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (*IEF*) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)

	<i>IEF</i> _{CH₄}	VS-Ausscheidungen	mittleres Tiergewicht
	[kg Platz ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]	[kg Platz ⁻¹ d ⁻¹]	[kg Tier ⁻¹]
Österreich	0,07	0,10	1,10
Belgien	0,04	0,03	1,60
Tschechische Republik	0,08		
Dänemark	0,04		2,00
Deutschland	0,03	0,024¹	1,99
Frankreich	0,12	0,10	
Niederlande	0,03		
Polen	0,08	0,10	1,10
Schweiz	0,12	0,10	
Vereinigtes Königreich	0,08		
Default (IPCC, 1996b, Table B-7)	0,078	0,10	1,10
Default (IPCC, 2006-10.82)	0,02 bis 0,09	0,02 bis 0,07	0,9 bis 6,8

¹ ohne Gänse

Quelle (ausgenommen Deutschland): UNFCCC 2010

6.3.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (4.B, Methan)

Tabelle 148 bis Tabelle 150 zeigen die Zeitreihen der Anteile (in Prozent des ausgeschiedenen N) der drei verschiedenen Hauptkategorien von Haltungsverfahren im Vergleich zu den Daten der Resubmission 2010. Die Unterschiede zwischen den 2010 und 2011 berichteten Werten sind wie folgt begründet:

- Bei allen Tieren wurde ein Fehler in der Berechnung des nationalen Mittelwertes der relativen Anteile der Wirtschaftsdünger-Managementsysteme (güllebasiert, strohbasiert, Weide) korrigiert. Diese Korrektur wirkt sich nicht auf die Emissionen aus, da diese auf Kreisebene berechnet werden.
- Bei Pferden sowie Eseln und Maultieren wurde die bisherige, auf einem Expertenurteil basierende ungleiche Verteilung von Harn und Kot auf Stall und Weide aufgegeben, da keine Bestätigung des Expertenurteils zu erhalten war. Ab dem NIR 2011 erfolgt die Aufteilung der Ausscheidungen auf Stall und Weide wie bei den anderen Tieren proportional zu den im Stall und auf der Weide verbrachten Zeiten (siehe Kapitel 6.1.3.4). Diese Korrektur bewirkt eine größere Verschiebung der N-Ausscheidungen zwischen Stall und Weide, wodurch der resultierende Emissionsfaktor (IEF) um bis zu 2 % gegenüber der Resubmission 2010 ansteigt (für 2008 von 2,53 auf 2,58 kg pl-1 a-1 CH₄).
- Auch bei den Büffeln sind größere Änderungen festzustellen. Hier wurde ein Berechnungsfehler bei der Ermittlung der relativen Anteile der Wirtschaftsdünger-Managementsysteme beseitigt.

Tabelle 148: Vergleich der 2011 und 2010 berichteten relativen Anteile güllebasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2011	54,8	55,2	55,3	55,1	70,8	70,8	70,9	70,9	72,2	72,3
Milchkühe 2010	54,3	54,3	55,0	55,0	70,8	70,8	70,9	70,9	70,9	72,3
Übrige Rinder 2011	59,9	60,0	58,5	57,7	56,6	55,7	55,1	54,6	54,3	53,7
Übrige Rinder 2010	58,9	57,9	58,4	57,6	56,5	55,6	54,9	54,4	54,0	53,5
Schweine 2011	80,8	80,3	80,5	81,1	87,3	87,4	87,7	87,7	89,2	89,0
Schweine 2010	80,4	79,8	80,0	80,4	86,9	87,0	87,3	87,3	87,5	89,0
Büffel 2011 ¹	NO	NO	NO	NO	NO	NO	42,0	42,0	42,0	42,0
Büffel 2010 ¹	NO	NO	NO	NO	NO	NO	38,5	38,5	38,5	38,5
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2011	72,3	72,4	72,3	72,4	72,4	72,4	72,3	72,5	72,7	72,7
Milchkühe 2010	72,3	72,4	72,4	72,5	72,5	72,5	72,5	72,5	72,5	
Übrige Rinder 2011	53,5	53,7	53,6	53,6	53,3	53,2	53,3	53,3	53,2	53,4
Übrige Rinder 2010	53,3	53,6	53,6	53,6	53,2	53,1	53,2	53,2	53,2	
Schweine 2011	89,2	89,3	89,3	89,4	89,4	89,6	89,5	89,5	89,8	90,0
Schweine 2010	89,1	89,1	89,2	89,3	89,3	89,5	89,5	89,5	89,7	
Büffel 2011	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0
Büffel 2010	38,5	38,5	38,5	38,5	38,5	38,5	38,5	38,5	38,5	

¹ Bis 1995 einschließlich gab es keine Büffel

Tabelle 149: Vergleich der 2011 und 2010 berichteten relativen Anteile strohbasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2011	26,8	26,2	26,2	26,4	15,4	15,3	15,3	15,3	14,3	14,2
Milchkühe 2010	28,2	28,2	27,3	27,3	16,1	16,1	16,0	16,0	16,0	14,9
Übrige Rinder 2011	26,7	25,9	25,9	26,2	26,6	26,9	27,0	27,1	26,9	27,3
Übrige Rinder 2010	27,7	27,9	26,0	26,3	26,7	27,0	27,2	27,3	27,4	27,5
Schweine 2011	19,2	19,7	19,5	18,9	12,7	12,6	12,3	12,3	10,8	11,0
Schweine 2010	19,6	20,2	20,0	19,6	13,1	13,0	12,7	12,7	12,5	11,0
Schafe 2011	28,9	30,0	29,5	28,8	28,9	29,1	28,5	28,9	29,0	27,9
Schafe 2010	28,0	28,3	28,3	28,3	28,2	28,2	28,2	28,1	28,1	27,9
Ziegen 2011	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8
Ziegen 2010	67,6	67,6	67,6	67,6	67,6	67,6	67,6	67,6	67,6	67,6
Pferde 2011	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5
Pferde 2010	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4
Esel/Maultiere 2011	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5
Esel/Maultiere 2010	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4
Büffel 2011 ¹	NO	NO	NO	NO	NO	NO	42,0	42,0	42,0	42,0
Büffel 2010 ¹	NO	NO	NO	NO	NO	NO	43,8	43,8	43,8	43,8
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2011	14,3	14,3	14,4	14,2	14,3	14,3	14,4	14,3	14,0	14,0
Milchkühe 2010	14,9	14,9	14,9	14,7	14,7	14,7	14,7	14,8	14,8	
Übrige Rinder 2011	27,4	27,3	27,2	27,2	27,3	27,2	27,1	27,1	27,3	27,2
Übrige Rinder 2010	27,6	27,4	27,3	27,3	27,5	27,5	27,4	27,3	27,3	
Schweine 2011	10,8	10,7	10,7	10,6	10,6	10,4	10,5	10,5	10,2	10,0
Schweine 2010	10,9	10,9	10,8	10,7	10,7	10,5	10,5	10,5	10,3	
Schafe 2011	28,4	28,2	28,5	27,7	28,3	28,3	28,8	28,8	28,9	28,5
Schafe 2010	28,4	28,2	28,5	27,7	28,3	28,3	28,8	28,8	28,9	
Ziegen 2011	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8
Ziegen 2010	67,6	67,6	67,6	67,6	67,6	67,6	67,6	67,6	67,6	
Pferde 2011	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5
Pferde 2010	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	
Esel/Maultiere 2011	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5
Esel/Maultiere 2010	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	
Büffel 2011	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0
Büffel 2010	43,8	43,8	43,8	43,8	43,8	43,8	43,8	43,8	43,8	

¹ Bis 1995 einschließlich gab es keine Büffel

Tabelle 150: Vergleich der 2011 und 2010 berichteten Anteile des Weidegangs in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2011	18,4	18,6	18,5	18,5	13,9	13,9	13,8	13,8	13,5	13,5
Milchkühe 2010	17,5	17,5	17,7	17,7	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	12,8
Übrige Rinder 2011	13,4	14,1	15,6	16,1	16,8	17,4	17,9	18,3	18,8	19,0
Übrige Rinder 2010	13,4	14,2	15,6	16,1	16,8	17,4	17,9	18,3	18,7	18,9
Schafe 2011	71,1	70,0	70,5	71,2	71,1	70,9	71,5	71,1	71,0	72,1
Schafe 2010	72,0	71,7	71,7	71,7	71,8	71,8	71,8	71,9	71,9	72,1
Ziegen 2011	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2
Ziegen 2010	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4
Pferde 2011	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
Pferde 2010	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6
Esel/Maultiere 2011	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
Esel/Maultiere 2010	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6
Büffel 2011 ¹	NO	NO	NO	NO	NO	NO	16,0	16,0	16,0	16,0
Büffel 2010 ¹	NO	NO	NO	NO	NO	NO	17,7	17,7	17,7	17,7
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2011	13,4	13,4	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,2	13,2	13,3
Milchkühe 2010	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,7	12,7	
Übrige Rinder 2011	19,2	19,1	19,2	19,2	19,5	19,6	19,5	19,6	19,5	19,4
Übrige Rinder 2010	19,1	19,0	19,1	19,1	19,3	19,4	19,4	19,4	19,5	
Schafe 2011	71,6	71,8	71,5	72,3	71,7	71,7	71,2	71,2	71,1	71,5
Schafe 2010	71,6	71,8	71,5	72,3	71,7	71,7	71,2	71,2	71,1	
Ziegen 2011	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2
Ziegen 2010	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	
Pferde 2011	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
Pferde 2010	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	
Esel/Maultiere 2011	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
Esel/Maultiere 2010	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	
Büffel 2011	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
Büffel 2010	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	

¹ Bis 1995 einschließlich gab es keine Büffel

Tabelle 151 stellt für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel die für den NIR 2011 berechneten VS-Ausscheidungen den in der Resubmission 2010 berichteten Werten gegenüber. Die Unterschiede sind auf folgende Änderungen zurück zu führen:

- Die gegenüber der Resubmission 2010 festzustellende leichte Erhöhung des nationalen Mittelwertes der VS-Ausscheidungen bei Milchkühen um weniger als 1 % und den übrigen Rindern um bis zu 3,5 % (2008) ist auf die Korrektur eines Fehlers in der Aggregation der auf Kreisebene berechneten Daten zurückzuführen. Die Korrektur ist ohne Auswirkung auf die Emissionsberechnungen, da der nationale Mittelwert der VS-Ausscheidungen in diese nicht eingeht.
- Der nationale Mittelwert der VS-Ausscheidung bei Schweinen hat sich gegenüber der Resubmission 2010 um 17 bis 18 % erhöht. Der Wert in der Resubmission 2010 war zu niedrig, da bei der Mittelung auch die Zahl der bei den Sauen mit gerechneten Saugferkel bis zu einem Gewicht von 8,5 kg Tier⁻¹ berücksichtigt wurde, obwohl ihr Beitrag in dem der Sauen enthalten ist, s. Kapitel 6.1.4. Die Korrektur ist ohne Auswirkung auf die Emissionsberechnungen, da der nationale Mittelwert der VS-Ausscheidungen in diese nicht eingeht.

- Beim Geflügel beruhen die Veränderungen im Vergleich zur Resubmission 2010 auf einer zwischenzeitlich erfolgten Aktualisierung der Modell-Inputgröße „Bruttofleischerzeugung“ bei den Masthähnchen und –hühnchen für 2007 und 2008 sowie die in Modelländerung zur Berechnung des Mastendgewichtes zurück.

Tabelle 151: Vergleich der 2011 und 2010 berichteten täglichen VS-Ausscheidungen pro Tier für Milchkühe, übrige Rinder und Schweine (4.B)

[kg d ⁻¹ VS]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2011	3,97	4,03	4,14	4,21	4,22	4,26	4,31	4,33	4,38	4,42
Milchkühe 2010	3,95	4,01	4,12	4,18	4,20	4,23	4,28	4,30	4,36	4,39
Übrige Rinder 2011	1,33	1,36	1,42	1,44	1,42	1,44	1,46	1,46	1,47	1,48
Übrige Rinder 2010	1,32	1,35	1,39	1,41	1,39	1,41	1,42	1,42	1,43	1,44
Schweine 2011	0,26	0,26	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,28	0,27
Schweine 2010	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24	0,23
Geflügel 2011	0,017	0,017	0,018	0,018	0,018	0,017	0,018	0,018	0,018	0,017
Geflügel 2010	0,017	0,017	0,017	0,018	0,018	0,017	0,018	0,018	0,018	0,018
[kg d ⁻¹ VS]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2011	4,47	4,53	4,55	4,58	4,59	4,63	4,65	4,68	4,64	4,63
Milchkühe 2010	4,44	4,50	4,52	4,55	4,56	4,60	4,62	4,65	4,61	
Übrige Rinder 2011	1,49	1,49	1,48	1,47	1,47	1,47	1,48	1,48	1,47	1,47
Übrige Rinder 2010	1,45	1,45	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,44	1,42	
Schweine 2011	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Schweine 2010	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	
Geflügel 2011	0,018	0,019	0,019	0,019	0,020	0,022	0,022	0,022	0,023	0,023
Geflügel 2010	0,018	0,019	0,019	0,020	0,021	0,022	0,022	0,022	0,022	

Die Änderungen bei den VS-Ausscheidungen wirken sich auch auf die effektiven Emissionsfaktoren (IEF) und die CH₄-Emissionen aus. Dies wird in Tabelle 152 und Tabelle 153 für die relevanten Kategorien Milchkühe, übrige Rinder und Schweine dargestellt.

Tabelle 152: Vergleich der 2011 und 2010 berichteten CH₄-Emissionsfaktoren (IEF) für das Wirtschaftsdünger-Management (4.B(a)s1)

[kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2011	20,0	20,8	21,3	21,5	25,8	26,0	26,3	26,4	27,2	27,5
Milchkühe 2010	19,9	20,6	21,1	21,3	25,7	25,9	26,2	26,3	26,6	27,3
Übrige Rinder 2011	5,8	6,0	6,1	6,1	5,7	5,7	5,8	5,7	5,7	5,7
Übrige Rinder 2010	5,7	6,0	6,1	6,1	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
Schweine 2011	4,0	4,1	4,1	4,1	4,2	4,3	4,3	4,4	4,5	4,4
Schweine 2010	3,4	3,5	3,5	3,5	3,6	3,7	3,7	3,7	3,8	3,8
[kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2011	27,7	28,2	28,3	28,6	28,6	28,9	29,0	29,2	29,1	29,1
Milchkühe 2010	27,6	28,0	28,1	28,4	28,5	28,7	28,8	29,1	28,9	
Übrige Rinder 2011	5,8	5,8	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
Übrige Rinder 2010	5,7	5,8	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,6	
Schweine 2011	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,6	4,6
Schweine 2010	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,9	3,8	3,9	3,9	

Tabelle 153: Vergleich der 2011 und 2010 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 2011	315,1	282,5	279,1	276,7	293,7	291,5	294,2	290,5	296,8	294,1
Summe 2010	312,0	281,1	276,2	273,8	291,1	288,9	291,6	287,9	290,7	291,8
Milchkühe 2011	127,1	116,9	114,1	114,0	136,1	136,1	136,8	132,8	131,5	130,9
Milchkühe 2010	126,4	116,2	113,3	113,2	135,4	135,4	136,0	132,0	128,7	130,1
übrige Rinder 2011	75,7	68,7	65,9	64,5	61,3	61,2	60,8	58,4	57,9	58,2
übrige Rinder 2010	75,5	68,5	65,7	64,2	61,0	60,9	60,5	58,0	57,6	57,7
Schweine 2011	107,6	92,1	94,4	93,6	91,4	89,2	91,5	94,2	102,2	100,2
Schweine 2010	105,3	91,8	92,7	91,9	89,9	87,8	90,1	92,8	99,4	98,6
[Gg a-1 CH ₄]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Summe 2011	288,0	291,2	286,2	285,9	278,9	282,8	276,6	280,7	284,2	287,0
Summe 2010	285,9	289,2	284,2	284,0	277,1	280,9	274,7	278,6	281,5	
Milchkühe 2011	126,8	128,3	125,4	125,0	122,7	122,2	118,2	119,1	122,8	122,5
Milchkühe 2010	126,0	127,5	124,6	124,2	121,9	121,5	117,4	118,3	122,1	
übrige Rinder 2011	57,4	58,2	54,7	53,1	50,7	50,1	49,6	49,5	49,7	49,8
übrige Rinder 2010	57,1	57,8	54,3	52,8	50,4	49,8	49,2	49,1	49,2	
Schweine 2011	98,9	99,5	101,0	102,5	100,0	105,0	103,4	106,2	105,7	108,6
Schweine 2010	97,3	98,0	99,5	101,0	98,5	103,4	101,9	104,7	103,7	

6.3.2.6 Geplante Verbesserungen (4.B, Methan)

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.

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 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 im Sommer 2010 begonnen haben, dient vorrangig QK/QS-Zwecken. So wird u. A. die Automatisierung von Plausibilitätschecks erleichtert.

6.3.3 NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B, NMVOC)

6.3.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.B, NMVOC)

Bei der mikrobiellen Umsetzung von Proteinen im Wirtschaftsdünger entstehen u. A. auch flüchtige organische Nicht-Methan-Verbindungen (NMVOCs, non-methane volatile organic compounds). NMVOCs sind an der Bildung von bodennahem Ozon beteiligt.

6.3.3.2 Methodische Aspekte (4.B, NMVOC)

6.3.3.2.1 Methodik (4.B, NMVOC)

IPCC stellt keine Methode zur Berechnung von NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management bereit. Daher wird auf den in EMEP (2009) beschriebenen Ansatz zurückgegriffen, der auf dem ersten in Großbritannien erstellten NMVOC-Emissionsinventar aufbaut und von einer weitgehenden Proportionalität der Emissionen von

NH₃- und NMVOC-Emissionen aus unterschiedlichen Wirtschaftsdüngern ausgeht. Deutschland verwendet die dort angesetzten relativen Emissionsfaktoren (HOBBS et al., 2004). Aufgrund der Unsicherheiten, die mit dieser Vorgehensweise verbunden sind, sowie des Umstandes, dass nicht für alle Tierkategorien NMVOC-Emissionsfaktoren vorliegen, stellt die von Deutschland berechnete Summe der NMVOC-Emissionen aus der Tierhaltung lediglich eine erste Schätzung dar.

Zur Beschreibung der Vorgehensweise siehe RÖSEMANN et al. (2011).

6.3.3.2 Änderungen der Methodik (4.B, NMVOC)

Die Methodik zur Berechnung von NMVOC-Emissionen wurde gegenüber der Resubmission 2010 nicht verändert. Änderungen in der Zeitreihe der NMVOC-Emissionen im Vergleich zur Resubmission 2010 (vgl. Kapitel 6.3.3.5) sind allein auf geänderte NH₃-Emissionen zurückzuführen, an die die Berechnung der NMVOC-Emissionen direkt gekoppelt ist.

6.3.3.3 Berechnete NMVOC-Emissionen (4.B, NMVOC)

Für Pferde, Esel und Maultiere, Büffel, Ziegen, Gänse, Enten und Puten können mangels Emissionsfaktoren keine NMVOC-Emissionen berechnet werden. Die in Tabelle 154 dargestellte Zeitreihe der NMVOC-Emissionen umfasst die NMVOC-Emissionen der übrigen Tiere. Dabei liegt für den gesamten Berichtszeitraum der Anteil der Rinder in der Größenordnung von 60 %, während die Schweine mit rund einem Drittel beitragen. Der übrige Anteil zum überwiegenden Teil auf die Geflügelarten zurück, für die NMVOC-Emissionen berechnet werden konnten. Der Beitrag der Schafe liegt unter 1 %.

Tabelle 154: NMVOC-Emissionen E_{NMVOC} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management), angegeben als NMVOC und NMVOC-C (4s1.B, 4s2.B)

[Gg a ⁻¹ NMVOC, bzw. Gg a ⁻¹ C]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E_{NMVOC}	322,2	288,1	282,2	279,1	265,0	263,3	264,9	262,0	264,3	261,7
$E_{\text{NMVOC-C}}$	156,1	139,2	136,7	135,4	128,6	127,9	128,7	127,1	128,0	126,8
[Gg a ⁻¹ NMVOC, bzw. Gg a ⁻¹ C]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
E_{NMVOC}	257,4	259,7	254,1	252,9	248,4	250,1	244,4	249,3	251,0	253,9
$E_{\text{NMVOC-C}}$	124,4	125,5	122,7	122,1	119,5	120,3	117,6	119,5	120,4	121,5

Nach dem Rückgang der Tierzahlen als Folge der deutschen Vereinigung bleiben die Emissionen ab etwa 1994 konstant.

Nach Auffassung der Gutachter des In-Country-Review des NIR 2010 überschätzt die von Deutschland verwendete Berechnungsmethode die NMVOC-Emissionen. Da derzeit keine bessere Methode verfügbar ist (Dänemark und Finnland berichten aus diesem Grund keine NMVOC-Emissionen aus dem Sektor 4.b), lässt sich die Überschätzung nicht quantifizieren.

6.3.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.B, NMVOC)

Die Unsicherheit der NMVOC-Emissionen hängt sowohl von der Unsicherheit der NH₃-Emissionen als auch von der der Emissionsfaktoren EF_{NMVOC} ab. Erstere liegt in der Größenordnung von 20 % (halbes 95 %-Konfidenzintervall, vgl. Kapitel 14.7 in RÖSEMANN et al., 2011), für Letztere werden 30 bis 50 % angenommen. Damit liegt die Unsicherheit der NMVOC-Emissionen in der Größenordnung von 50 %. Es wird Normalverteilung angenommen. HOBBS et al. (2004) schreiben den NMVOC-Emissionen aus Schafsmist eine

höhere Unsicherheit zu als dem von Rindern und Schweinen. Daher wird hier eine um die Hälfte vergrößerte Unsicherheit in den Emissionsfaktoren angesetzt, die in einer Unsicherheit der Emissionen von größenordnungsmäßig 75 % resultiert (ebenfalls normalverteilt).

6.3.3.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.B, NMVOC)

Hinsichtlich der quellspezifischen QS/QK und Verifizierung wird auf Kapitel 6.1.7 verwiesen.

6.3.3.5 Quellspezifische Rückrechnungen (4.B, NMVOC)

Im Vergleich zur Resubmission 2010 haben sich folgende Veränderungen ergeben:

Tabelle 155: NMVOC-Emissionen aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management), (4s1.B, 4s2.B)

[Gg a ⁻¹ NMVOC, bzw. Gg a ⁻¹ C]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Summe 2011	322,2	288,1	282,2	279,1	265,0	263,3	264,9	262,0	264,3	261,7
Summe 2010	300,1	269,8	264,6	262,4	252,3	250,7	252,9	249,9	252,6	250,3
[Gg a ⁻¹ NMVOC, bzw. Gg a ⁻¹ C]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Summe 2011	257,4	259,7	254,1	252,9	248,4	250,1	244,4	249,3	251,0	253,9
Summe 2010	246,4	249,0	243,9	242,3	237,7	239,7	234,3	239,0	240,1	

Aufgrund der Berechnungsmethode sind die im Vergleich mit der Resubmission 2010 durchgängig höheren Werte unmittelbar auf höhere NH₃-Emissionsergebnisse zurückzuführen. Der Anteil der Milchkühe an der Differenz zwischen der NMVOC-Summe 2011 und NMVOC-Summe 2010 beträgt ca. 25 %, der Anteil der übrigen Rinder ca. 35 %, der Anteil der Schweine ca. 37 %.

Der Hauptgrund für die höheren NH₃-Emissionsergebnisse liegt darin, dass bei allen Festmist-Haltungsverfahren ein Fehler in der Berechnung der Immobilisierung von TAN im Stall beseitigt wurde (zu TAN siehe Kapitel 6.1.3.4). Die Auswirkung dieser Korrektur wird bei den übrigen Rindern nur geringfügig durch den niedrigeren NH₃-Emissionsfaktor für Weidegang nach EMEP(2009)-4B-26, Tabelle 3-8, teilkompensiert, während bei den Milchkühen der neue NH₃-Emissionsfaktor für Weidegang nach EMEP(2009)-4B-26, Tabelle 3-8, zu einem zusätzlichen Anstieg der NH₃-Emissionen beiträgt. Bei einigen Tieren erfolgte eine Aktualisierung der TAN-Gehalte und NH₃-Emissionsfaktoren nach EMEP(2009)-4B-26, Table 3-8, die ebenfalls Veränderungen in den NH₃-Emissionen mit sich bringen, vgl. Kapitel 6.3.4.2.2.

6.3.3.6 Geplante Verbesserungen (4.B, NMVOC)

In Ermangelung einer besseren Methode behält Deutschland die bisherige Vorgehensweise zur Berechnung von NMVOC-Emissionen aus dem Sektor 4.B bei.

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)

Hinsichtlich der N₂O-Emissionen wird auf Kapitel 6.3.1 verwiesen.

Die für das deutsche Inventar berechneten NO-Emissionen verhalten sich in der Tendenz wie die N₂O-Emissionen, da sie dazu proportional berechnet werden, siehe Kapitel 6.3.4.2.5.

6.3.4.2 Methodische Aspekte (4.B, N₂O & NO)

6.3.4.2.1 Methodik (4.B, N₂O & NO)

Die Berechnung erfolgt getrennt für alle Tierkategorien unter Berücksichtigung der gegebenen Wirtschaftsdünger-Managementsysteme nach folgender Formel:

Gleichung 6: Berechnung der N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management

$$E_{\text{N}_2\text{O-N}} = \sum_{i,j} [(N_{\text{excr},i} + N_{\text{straw},i,j}) \cdot MS_{i,j}] \cdot EF_{\text{N}_2\text{O-N},j}$$

mit:

$E_{\text{N}_2\text{O-N}}$	Gesamte N ₂ O-N-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (kg a ⁻¹ N ₂ O-N)
$N_{\text{excr},i}$	Gesamte N-Ausscheidung der Tierkategorie i (kg a ⁻¹ N)
$N_{\text{straw},i,j}$	N-Eintrag durch Einstreu für Tierkategorie i und Wirtschaftsdünger-Managementsystem j (kg a ⁻¹ N)
$MS_{i,j}$	relativer Anteil des Wirtschaftsdünger-Managementsystems j in Tierkategorie i (Platz Platz ⁻¹)
$EF_{\text{N}_2\text{O-N},j}$	N ₂ O-N-Emissionsfaktor für Wirtschaftsdünger-Managementsystem j (kg kg ⁻¹ N ₂ O-N)

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 Literatur entnommen (s. Verweise in RÖSEMANN et al., 2011).

Die leistungsabhängige Berechnung der N-Ausscheidung basiert auf der Grundvoraussetzung einer bedarfsgerechten Fütterung: Es wird der tierische Energiebedarf berechnet und anhand des Energiegehaltes des Futters ermittelt, welche Menge Futter zur Deckung des Energiebedarfs aufzunehmen ist. (Anmerkung: Aus dieser Rechnung ergibt sich auch die Aufnahme an Gesamtenergie GE, die der Berechnung der CH₄-Emissionen aus der Verdauung (Kapitel 6.2.2.1) und der Berechnung der VS-Ausscheidungen und damit der CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Kapitel 6.3.2.2.1) zugrunde liegen.) 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 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 männlichen Mastrindern und jungen weiblichen Rindern werden die N-Ausscheidungen als Funktion von Gewichtszunahme, Endgewicht und Futtereigenschaften berechnet. Für Kälber, Mutterkühe und Zuchtbullen werden nationale Daten aus der Literatur verwendet.

Für 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 berechneten N-Gesamtausscheidungen auf Weide und Stall aufgeteilt, da nur die Ausscheidungen im Stall in die Berechnung der N₂O-Emission unter 4.B einfließen. Die Aufteilung der Exkremente auf Stall und Weide ist abhängig von der Dauer der Weideperiode, der mittleren Weidedauer pro Tag und bei den Kühen von der mittleren Aufenthaltsdauer im Melkstall.

Die NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden proportional zu den N₂O-Emissionen berechnet werden, siehe Kapitel 6.3.4.2.5.

Die N₂O-Emissionen aus dem Boden infolge von Ausscheidungen auf der Weide werden unter 4.D berichtet.

6.3.4.2.2 Änderungen der Methodik (4.B, N₂O & NO)

Nachfolgend werden die im Inventarmodell GAS-EM gegenüber der Resubmission 2010 vorgenommenen Änderungen der Berechnungsmethoden beschrieben, soweit sie für die Berechnung der N₂O- und NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management relevant sind.

Im Milchkuh-Modul „Ausscheidungen“ wird beim Energie-Gehalt (NEL) des Raufutters nun auch der Einfluss von Weidegang berücksichtigt. Die Korrektur führt zu einer Abnahme der N-Ausscheidung in der Größenordnung von 0,5 %. Entsprechend reduzieren sich die Emissionen von N-Spezies.

Bei den Färsen wurden die Daten für Alter, Abgangsalter und die Abkalberate für 2009 ergänzt. Die entsprechenden, sich durch lineare Regression ergebenden Zeitreihen wurden dadurch leicht modifiziert, so dass sich für Färsen teils etwas höhere, teils etwas niedrigere N-Ausscheidungen auf Landkreisebene ergeben.

Bei den Mastbullen wurde die Berechnung der täglichen Gewichtszunahmen mit den aktuellen HIT-Daten für 2009 aktualisiert (HIT, Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere, <http://www.hi-tier.de>). Für die Mastbullen-Schlachtgewichte werden ab 1999 nun die HIT-Daten verwendet. Bis 1998 werden wie bisher die Daten des Statistischen Bundesamtes (FS 3, R. 4.2.1) verwendet.

Bei den Mutterkühen wurde in der Berechnung der Gesamtenergie-Aufnahme (GE) ein Fehler korrigiert. Dadurch steigt die Futtermittel-Aufnahme bei Mutterkühen um rund 26 % mit der Folge einer entsprechend erhöhten N-Ausscheidung. (Mutterkühe repräsentieren 2009 ca. 5,2 % der übrigen Rinder.)

In der Gleichung für die kumulative umsetzbare Energie musste bei den Mastschweinen ein Fehler korrigiert werden, wodurch der Bedarf an umsetzbarer Energie ansteigt. Die Folge ist eine im Vergleich zur Resubmission 2010 erhöhte N-Ausscheidung (ca. 4,5 % für 1990, ca. 3,3 % für 2008).

Bei Pferden wurde, basierend auf einem Expertenurteil, bisher eine Aufteilung der N-Ausscheidungen auf Stall und Weide vorgenommen, die nicht proportional zur Weidedauer war (vgl. Haenel et al., 2010). Dieses Berechnungsverfahren, das mit einem besonderen Ausscheidungsverhalten bei Pferden begründet wurde (in Analogie für Esel und Maultiere übernommen), wurde für den vorliegenden NIR 2011 aufgegeben, da sich das Expertenurteil nicht bestätigen ließ. Jetzt erfolgt die Aufteilung der Ausscheidungen auf Stall und Weide wie bei den übrigen Tieren (siehe Kapitel 6.1.3.4).

Die nur bis 1999 reichenden und bislang für spätere Jahre konstant fortgeschriebenen RAUMIS-Daten zur Verteilung der Haltungsverfahren von Legehennen werden durch weiter reichende Zeitreihen des Statistischen Bundesamtes ersetzt, die auch die insbesondere in den Jahren 2008 und 2009 durch Rechtsänderung hervorgerufene Verlagerung der Haltungsverfahren von den Käfigen hin zu Boden- und Freilandhaltung widerspiegeln. Die bisherige Differenzierung nach verschiedenen Käfighaltungsformen musste allerdings entfallen, da die Daten des Statistischen Bundesamtes diese Differenzierung nicht ermöglichen und die Konsistenz in der Zeitreihe und die Zuverlässigkeit und Aktualität der Daten als wichtiger eingeschätzt wurden. Die Verschiebung der Haltungsverfahren von der Käfighaltung hin zu verstärkter Freilandhaltung ist mit einem vergleichsweise höheren Energiebedarf und entsprechend höheren Futteraufnahmearten aufgrund des gestiegenen Bewegungsaufwandes bei der Futteraufnahme verbunden. Dies führt zu einem Anstieg der N-Ausscheidungen. Die N₂O-Emissionen sind auf Landkreisebene teils höher, teils niedriger im Vergleich zu den mit der alten Methode berechneten Werten.

Bei Masthähnchen und –hähnchen wurde aufbauend auf dem bisherigen Modell zur Berechnung der Mastdauer ein neuer Ansatz implementiert, der es erlaubt, die über die Jahre erfolgten Änderungen in der Reinigungsdauer zwischen den Mastdurchgängen zu berücksichtigen. Im Vergleich zum alten Modell ergeben sich realistischere (geringere) Endgewichte pro Mastdurchgang, während die Anzahl der Mastdurchgänge ansteigt. Die damit verbundene leichte Abnahme der jährlichen Ausscheidungen pro Tierplatz wird überlagert durch die Korrektur eines Eingabedatenfehlers beim Anteil der (schwereren und damit mehr ausscheidenden) männlichen Tiere. Mit den vorgenannten Korrekturen wurde im Vergleich zur Resubmission für 1990 eine um 3,4 % höhere N₂O-Emission berechnet, während für 2008 eine Verringerung um 4,2 % ermittelt wurde.

Bei den Enten wurden die Daten für Futtermittelverwertung und Gehalt an umsetzbarer Energie im Futter (ME) aktualisiert. Die daraus resultierende Erhöhung des täglichen ME-Bedarfs wird durch die Korrektur eines Modellierungsfehlers (Verwendung der Mastdauer an Stelle der Durchgangsdauer) überkompensiert, so dass der übers Jahr gemittelte tägliche ME-Bedarf um ca. 7 % abnimmt. Die neu eingeführte Berechnung der N-Ausscheidung ersetzt die bisherige Verwendung von höheren Standardwerten. Als Folge ergeben sich verminderte N₂O-Emissionen.

6.3.4.2.3 *Aktivitätsdaten und zusätzliche Informationen (4.B(b))*

Für die Tierzahlen wird auf Kapitel 6.1.4.2 verwiesen. Die N-Ausscheidungen pro Tierplatz und Jahr sind in Tabelle 156 wiedergegeben. Die für die verschiedenen Wirtschaftsdünger-Managementsysteme errechneten Jahressummen an N-Ausscheidungen werden in Tabelle 157 bis Tabelle 159 aufgeführt.

Tabelle 156: 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	106,3	110,1	114,3	117,0	114,4	115,8	117,5	118,3	120,4	121,8
übrige Rinder	37,1	38,1	39,3	39,8	39,6	40,3	40,7	40,8	40,9	41,2
Schweine	11,7	11,9	11,9	11,9	12,0	12,1	12,1	12,2	12,2	12,1
Schafe	7,4	7,2	7,3	7,4	7,4	7,3	7,4	7,4	7,3	7,5
Ziegen	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
Pferde	48,4	48,4	48,5	48,5	48,4	48,4	48,3	48,3	48,3	49,4
Esel/Maultiere	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4
Büffel ¹	NO	NO	NO	NO	NO	NO	82,0	82,0	82,0	82,0
Geflügel	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	123,8	126,6	127,2	128,8	129,4	131,1	131,9	133,4	131,5	131,5
übrige Rinder	41,4	41,3	41,0	41,0	41,0	41,0	41,0	41,1	40,8	40,8
Schweine	12,1	12,1	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,1
Schafe	7,5	7,5	7,4	7,6	7,5	7,5	7,4	7,4	7,4	7,4
Ziegen	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
Pferde	49,4	49,0	49,0	49,1	49,1	49,1	49,1	49,0	49,0	49,0
Esel/Maultiere	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4
Büffel	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0
Geflügel	0,67	0,68	0,67	0,68	0,74	0,74	0,72	0,75	0,76	0,78

¹ Bis 1995 einschließlich gab es keine Büffel

Tabelle 157: Jahressummen der N-Ausscheidungen für güllebasierte Systeme (4.B(b))

[Gg a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	370,4	342,4	339,0	341,5	427,0	429,0	432,8	421,4	420,0	419,6
übrige Rinder	292,4	263,1	249,2	243,0	239,9	239,0	236,7	227,2	224,7	224,4
Schweine	253,9	215,1	220,8	218,9	225,1	219,5	224,5	230,6	249,5	242,9
Schafe	NO									
Ziegen	NO									
Pferde	NO									
Esel/Maultiere	NO									
Büffel ¹	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0,00	0,01	0,01	0,01
Geflügel	NO									
[Gg a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	409,0	417,0	407,3	407,8	401,6	401,9	389,6	393,9	403,3	402,3
übrige Rinder	220,6	222,9	210,0	203,7	194,6	192,0	189,7	188,8	189,9	190,5
Schweine	238,9	239,2	242,2	245,1	237,8	249,0	244,8	251,3	249,2	256,3
Schafe	NO									
Ziegen	NO									
Pferde	NO									
Esel/Maultiere	NO									
Büffel	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07
Geflügel	NO									

¹ Bis 1995 einschließlich gab es keine Büffel

Tabelle 158: Jahressummen der N-Ausscheidungen für strohbasierte Systeme (4.B(b))

[Gg a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	180,7	162,7	160,8	164,0	92,7	92,7	93,2	91,0	83,1	82,6
übrige Rinder	130,0	113,8	110,2	110,5	112,8	115,4	116,0	112,9	111,5	114,2
Schweine	60,4	52,9	53,6	50,9	32,9	31,5	31,6	32,4	30,3	30,1
Schafe	6,9	7,0	6,4	6,4	6,1	6,4	6,3	6,1	6,1	5,7
Ziegen	0,65	0,62	0,65	0,67	0,69	0,72	0,76	0,83	0,90	0,98
Pferde	18,9	18,9	20,5	20,5	23,0	23,0	25,0	25,0	25,0	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	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0,00	0,01	0,01	0,01
Geflügel	76,9	77,3	70,7	70,5	73,6	73,0	74,0	74,6	75,8	76,4
[Gg a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	81,1	82,1	80,9	80,2	79,1	79,4	77,3	77,5	77,8	77,3
übrige Rinder	112,9	113,2	106,6	103,3	99,6	98,1	96,5	96,2	97,5	97,1
Schweine	28,9	28,6	28,9	29,1	28,1	28,9	28,7	29,5	28,3	28,4
Schafe	5,8	5,9	5,8	5,7	5,7	5,6	5,4	5,4	5,2	5,0
Ziegen	1,01	1,16	1,16	1,16	1,16	1,23	1,30	1,30	1,37	1,59
Pferde	18,7	19,7	19,7	20,5	20,5	19,5	19,5	21,1	21,1	21,1
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	78,8	82,7	81,4	84,4	90,8	89,4	87,2	95,2	96,7	99,4

¹ Bis 1995 einschließlich gab es keine Büffel

Tabelle 159: Jahressummen der N-Ausscheidungen bei Weidegang (4.B(b))

[Gg Platz ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	124,4	115,2	113,4	114,7	83,6	84,0	84,5	82,1	78,7	78,1
übrige Rinder	65,3	61,8	66,5	67,9	71,1	74,7	77,1	76,2	77,7	79,3
Schweine	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Schafe	17,1	16,3	15,3	15,8	15,1	15,6	15,7	15,1	15,0	14,8
Ziegen	0,34	0,32	0,34	0,35	0,36	0,38	0,40	0,43	0,47	0,51
Pferde	4,9	4,9	5,3	5,3	5,9	5,9	6,5	6,5	6,5	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	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0,00	0,00	0,00	0,01
Geflügel	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
[Gg Platz ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	75,6	76,9	74,8	75,0	74,0	74,1	71,7	71,8	73,5	73,5
übrige Rinder	79,0	79,2	75,3	72,9	71,1	70,6	69,5	69,3	69,8	69,4
Schweine	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Schafe	14,6	14,9	14,5	14,8	14,5	14,2	13,5	13,3	12,7	12,5
Ziegen	0,53	0,60	0,60	0,60	0,60	0,64	0,68	0,68	0,72	0,83
Pferde	4,8	5,1	5,1	5,3	5,3	5,0	5,0	5,5	5,5	5,5
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

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- und NO-Emissionen entstammt der Rinderhaltung (82,8 % des emittierten N im Jahr 1990; zurückgegangen auf 77,6 % im Jahr 2009).

Tabelle 160: 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	3,739	3,389	3,352	3,398	3,408	3,418	3,443	3,358	3,283	3,279
übrige Rinder	3,669	3,199	3,012	2,972	3,051	3,077	3,069	2,964	2,922	2,935
Schweine	1,163	1,074	1,111	1,092	1,109	1,074	1,098	1,129	1,177	1,150
Schafe	0,057	0,058	0,053	0,053	0,051	0,053	0,052	0,051	0,051	0,047
Ziegen	0,004	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005
Pferde	0,19	0,19	0,21	0,21	0,23	0,23	0,25	0,25	0,25	0,19
Esel/Maultiere	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Büffel ¹	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0,0000	0,0001	0,0002	0,0002
Geflügel	0,122	0,122	0,112	0,111	0,116	0,115	0,117	0,118	0,120	0,121
[Gg a ⁻¹ N ₂ O]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	3,207	3,256	3,188	3,176	3,129	3,133	3,041	3,066	3,117	3,102
übrige Rinder	2,883	2,895	2,734	2,652	2,545	2,513	2,473	2,456	2,487	2,484
Schweine	1,121	1,120	1,129	1,147	1,107	1,164	1,145	1,181	1,163	1,183
Schafe	0,048	0,048	0,048	0,047	0,047	0,046	0,045	0,045	0,043	0,041
Ziegen	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,007	0,007	0,007	0,008	0,009
Pferde	0,19	0,20	0,20	0,21	0,21	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21
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	0,124	0,131	0,129	0,134	0,144	0,141	0,138	0,151	0,153	0,157

¹ Bis 1995 einschließlich gab es keine Büffel

Die nachstehende Tabelle zeigt, dass das Niveau der Gesamt-N₂O-Emissionen aus güllebasierten Systemen 2009 weitgehend dem Niveau von 1990 entspricht, während im Bereich der Festmistssysteme zwischen 1990 und 2009 eine deutliche Abnahme der Gesamtemission zu erkennen ist (39,0 %). Dies geht auf die veränderten N-Ausscheidungen in den Systemen zurück, s. Tabelle 158 und Tabelle 159.

Tabelle 161: N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management nach Systemen (4.s2.B)

[Gg a ⁻¹ N ₂ O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
güllebasiert	4,559	4,149	4,073	4,061	4,880	4,860	4,888	4,791	4,831	4,803
strohbasierend	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
güllebasiert	4,701	4,758	4,633	4,606	4,481	4,518	4,411	4,458	4,504	4,517
strohbasierend	2,883	2,901	2,804	2,767	2,708	2,687	2,639	2,665	2,685	2,677

Die für das gesamte Wirtschaftsdünger-Management berechneten NO-Emissionen sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 162: NO-Emissionen (E_{NO}) aus dem Wirtschaftsdünger-Management

[Gg a ⁻¹ NO]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E _{NO}	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}	1,034	1,045	1,014	1,005	0,980	0,983	0,961	0,972	0,980	0,981

6.3.4.2.5 Emissionsfaktoren (4.B, N₂O & NO)

Gemäß IPCC (2000, 2006) sind die Eingangsdaten für die N₂O-Emissionsberechnung durch statistische Erhebungen und Messungen zu ermitteln. Dabei sind Randbedingungen wie wirksame Oberfläche, Belüftungssituation und Temperatur bei der Wirtschaftsdüngerlagerung zu berücksichtigen. Die gesamte Erhebung, Überprüfung der Daten und Dokumentation ist entsprechend aufwändig. Da Deutschland nicht über entsprechende Datensätze verfügt, werden Standard-Werte für N₂O-Emissionsfaktoren nach IPCC (2006), S. 10.62, Tabelle 10.21 verwendet. Tabelle 163 zeigt neben diesen N₂O-Emissionsfaktoren auch die Faktoren

für NO-Emissionen sowie für die im N-Fluss-Konzept (siehe Kapitel 6.1.3.4) ebenfalls zu berücksichtigenden N₂-Emissionen.

Tabelle 163: Partielle Emissionsfaktoren für N₂O, NO- und N₂-Emissionen aus dem Lager von Wirtschaftsdüngern (bezogen auf ausgeschiedenes N) (4.B(b))

Spezies	Wirtschaftsdünger	Emissionsfaktor [kg kg ⁻¹ N]
N₂O-Emissionen	Flüssigmist mit Schwimmdecke	0,005
	Flüssigmist ohne Schwimmdecke	0,000
	Flüssigmist unterhalb Spaltenboden	0,002
	Festmist	0,005
	Tretmist (kein Umsetzen)	0,01
	Geflügelfestmist bzw. –kot	0,001
NO-Emissionen	Flüssigmist mit Schwimmdecke	0,0005
	Flüssigmist ohne Schwimmdecke	0,0000
	Flüssigmist unterhalb Spaltenboden	0,0002
	Festmist (kein Umsetzen)	0,0005
	Geflügelfestmist bzw. –kot	0,0001
N₂-Emissionen	Flüssigmist mit Schwimmdecke	0,015
	Flüssigmist ohne Schwimmdecke	0,0000
	Flüssigmist unterhalb Spaltenboden	0,006
	Festmist (kein Umsetzen)	0,015
	Geflügelfestmist bzw. –kot	0,003

Die Emissionsfaktoren für NO und N₂ wurden in Übereinstimmung mit Experimenten in Großbritannien (JARVIS & PAIN, 1994) aus den N₂O-Emissionsfaktoren abgeleitet. Es gilt:

$$EF_{N_2O} = 10 EF_{NO} = 1/3 EF_{N_2}$$

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 123 in Kapitel 6.1.6 (Gesamt-Unsicherheit des deutschen THG-Inventars) verwiesen. Alle Zeitreihen sind konsistent.

6.3.4.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.B, N₂O & NO)

Hinsichtlich der quellspezifischen QS/QK und Verifizierung wird auf Kapitel 6.1.7 verwiesen.

Ein Im Rahmen der Verifizierung durchgeführter Vergleich der „implied emission factors“ für N₂O-Emissionen aus Deutschland (aktueller Bericht) und benachbarten Staaten incl. des Vereinigten Königreiches (Submission 2010 für 2008, UNFCCC 2010) zeigt, 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 Belgien, Dänemark und dem Vereinigten Königreich gibt es leichte Abweichungen). Deutschland verwendet hingegen die Emissionsfaktoren von IPCC (2006) (vgl. Tabelle 163), welche die Situation in Deutschland besser abbilden. Im Mittel über die gesamte Tierhaltung ergibt sich dabei für Deutschland ein N₂O-N-IEF für Flüssigmist von 0,00339 kg kg⁻¹ N und ein IEF für Festmist von 0,00516 kg kg⁻¹ N. Diese Emissionsfaktoren sind konsistent mit dem Median der in Mitteleuropa gemessenen Emissionsfaktoren (Freibauer 2003).

Der Vergleich der N-Ausscheidungen (Tabelle 164) mit denen der Nachbarländer zeigt, dass Deutschland bei den Milchkühen nach Dänemark und den Niederlanden die dritthöchsten N-

Ausscheidungen aufweist. Die IPCC-Defaultwerte für N-Ausscheidungen erweisen sich als zu niedrig für deutsche Verhältnisse.

Bei den übrigen Rindern besitzt nur die Schweiz eine deutlich geringere N-Ausscheidung. Während der IPCC (1996b)-Defaultwert deutlich über dem in Deutschland (und Mitteleuropa) herrschenden Niveau liegt, kommt die Ausscheidungsberechnung nach IPCC (2006) zumindest dem deutschen Wert sehr nahe.

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. Deutlich besser passt der nach IPCC (2006)-Defaultvorgaben mit mittleren Tiergewichten der Unterkategorien (Sauen, Aufzuchtferkel, Mastschweine, Eber) berechnete Ausscheidungswert.

Beim Geflügel weist Deutschland nach Dänemark die zweithöchsten 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. Der deutsche Wert entspricht in etwa dem für Deutschland berechneten Wert für Legehennen. Der IPCC Default-Wert (1996b) beträgt $0,60 \text{ kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1}$ und ist damit zu niedrig für Deutschland. Dies gilt auch für den nach IPCC (2006)-Defaultvorgaben mit mittleren Tiergewichten der Unterkategorien (Junghennen, Legehennen, Masthähnchen und –hähnchen, Gänse, Enten, Puten) berechnete Ausscheidungswert.

Tabelle 164: N-Ausscheidung pro Tierplatz für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel verschiedener Länder (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)

	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	97,03	46,54	12,71	0,55
Belgien	111,88	54,60	10,03	0,58
Tschechische Republik	100,00	70,00	20,00	0,60
Dänemark	137,98	45,01	7,85	0,79
Deutschland	131,52	40,85	12,14	0,78
Frankreich	100,00	57,04	16,43	0,60
Niederlande	134,50	44,78 ¹	9,05	0,64
Polen	86,70	58,77	13,56	0,35
Schweiz	108,52	37,96 ¹	9,28	0,54
Vereinigtes Königreich	111,95	48,21	10,79	0,58
Default IPCC (1996b, Table B-1)	100	70	20	0,6
Berechnung nach IPCC (2006, Table 10.19)	112,5 ²	39,6 ³	12,5 ³	0,63 ^{3,4}

Quelle (ausgenommen Deutschland): UNFCCC 2010

¹ aus Originaldaten berechnet

² berechnet für mittleres deutsches Tiergewicht aus dem Jahr 2009, s. Tabelle 118

³ berechnet mit mittleren deutschen Tiergewichten der Unterkategorien für 2009

⁴ Annahme: fehlende IPCC-2006-Default-Ausscheidungsrate für Gänse ersetzbar durch Wert für Puten

6.3.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (4.B, N₂O & NO)

Tabelle 165 zeigt die für den NIR 2011 berechneten N-Ausscheidungen pro Tierplatz im Vergleich zu den entsprechenden Werten der Resubmission 2010. Die Unterschiede begründen sich wie folgt:

- Über den gesamten Berichtszeitraum wurden etwas niedrigere N-Ausscheidungen bei Milchkühen berechnet (1990: ca. - 0,4 %, 2008: ca. - 0,8 %). Die Ursache liegt in der Berücksichtigung des Weidegangs bei der Berechnung des mittleren Gehaltes an Energie (NEL) im Raufutter.
- Bei den übrigen Rindern wirkt sich die bei den Mastbullen vorgenommene Aktualisierung der täglichen Gewichtszunahmen aus, die zu einem leichten Anstieg der N-Ausscheidungen führen. Bei den Färsen wurden die Daten für Alter, Abgangsalter und die Abkalberate für 2009 ergänzt. Die entsprechenden, sich durch lineare Regression ergebenden Zeitreihen wurden dadurch leicht modifiziert, so dass sich für Färsen für manche Jahre teils etwas höhere, teils etwas niedrigere N-Ausscheidungen ergeben, die sich auch auf das Gesamtergebnis der mittleren platzbezogenen N-Ausscheidung der übrigen Rinder im Vergleich zur Resubmission 2010 auswirken.
- Die Schweine insgesamt weisen über den gesamten Berichtszeitraum hinweg rund 18 % höhere N-Ausscheidungen auf. Die Ursache liegt in der Korrektur eines Fehlers in der Energieberechnung für die Mastschweine.
- Beim Geflügel ergaben sich geringfügige Veränderungen in den N-Ausscheidungen insbesondere ab dem Jahr 2000. Die Ursache liegt zum einen in der bei den Legehennen ab diesem Inventar berücksichtigten Verschiebung der Haltungsverfahren von der Käfighaltung hin zu verstärkter Freilandhaltung mit vergleichsweise höherem Energiebedarf und entsprechend höheren Futteraufnahmeleistungen aufgrund des gestiegenen Bewegungsaufwandes zur Futteraufnahme. Zum anderen wirkt sich bei den Masthähnchen und –hühnchen die Berücksichtigung der Verkürzung der Reinigungszeiten ab 2000 aus. Dadurch erhöhen sich die Durchgangszahlen, womit sich bei gegebener Fleischproduktion pro Platz und Jahr geringere Mastendgewichte ergeben. Dies führt für die Jahre ab 2000 wegen der nichtlinearen Abhängigkeit des Erhaltungsenergiebedarfs vom Tiergewicht zu einer (geringfügigen) Abnahme der Futteraufnahme und damit auch der N-Ausscheidung pro Platz und Jahr. Überlagert wird diese Abnahme durch die Korrektur eines Eingabedatenfehlers beim Anteil der (schwereren und damit mehr ausscheidenden) männlichen Tiere.

Tabelle 165: Vergleich der 2011 und 2010 berichteten N-Ausscheidungen pro Tierplatz (4.B)

[kg Platz-1 a-1]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2011	106,3	110,1	114,3	117,0	114,4	115,8	117,5	118,3	120,4	121,8
Milchkühe 2010	106,7	110,9	115,4	118,1	115,1	116,6	118,4	119,2	121,4	122,7
übrige Rinder 2011	37,1	38,1	39,3	39,8	39,6	40,3	40,7	40,8	40,9	41,2
übrige Rinder 2010	37,1	38,1	39,2	39,7	39,6	40,2	40,7	40,8	41,0	41,2
Schweine 2011	11,7	11,9	11,9	11,9	12,0	12,1	12,1	12,2	12,2	12,1
Schweine 2010	9,9	10,1	10,1	10,1	10,2	10,3	10,3	10,4	10,4	10,2
Geflügel 2011	0,68	0,68	0,68	0,68	0,67	0,66	0,66	0,66	0,67	0,65
Geflügel 2010	0,68	0,68	0,69	0,68	0,67	0,66	0,66	0,67	0,68	0,65
[kg Platz-1 a-1]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2011	123,8	126,6	127,2	128,8	129,4	131,1	131,9	133,4	131,5	131,5
Milchkühe 2010	124,7	127,5	128,1	129,7	130,4	131,9	132,7	134,2	132,5	
übrige Rinder 2011	41,4	41,3	41,0	41,0	41,0	41,0	41,0	41,1	40,8	40,8
übrige Rinder 2010	41,4	41,3	41,0	41,0	41,1	41,1	41,1	41,2	40,8	
Schweine 2011	12,1	12,1	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,1
Schweine 2010	10,2	10,2	10,2	10,2	10,1	10,1	10,1	10,1	10,2	
Geflügel 2011	0,67	0,68	0,67	0,68	0,74	0,74	0,72	0,75	0,76	0,78
Geflügel 2010	0,67	0,70	0,67	0,67	0,74	0,75	0,74	0,77	0,77	

Aufgrund dieser veränderten N-Ausscheidungen pro Tierplatz, bei denen wegen der unterschiedlichen Tierzahlen die Abnahme bei den Rindern die Zunahme bei den Schweinen

überkompensiert, liegen die Gesamt-N-Ausscheidungen aller Tiere nach den Berechnungen für den NIR 2011 niedriger als nach den Berechnungen für die Resubmission 2010, siehe Tabelle 166.

Tabelle 166: Vergleich der 2011 und 2010 berechneten Gesamt-N-Ausscheidung aller Tiere (in Gg a⁻¹)

[kg Platz-1 a-1]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Nex,total 2011	1603,5	1452,5	1432,8	1431,1	1410,1	1411,1	1425,3	1402,7	1405,6	1393,4
Nex,total 2010	1633,9	1474,4	1456,5	1447,9	1433,2	1425,1	1447,1	1416,3	1412,4	1422,0
[kg Platz-1 a-1]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Nex,total 2011	1370,7	1389,5	1354,5	1349,7	1324,9	1329,9	1300,7	1321,2	1333,1	1341,1
Nex,total 2010	1389,9	1417,0	1373,5	1361,1	1344,2	1340,0	1307,0	1333,9	1345,2	

Tabelle 168 zeigt den Vergleich der 2011 und 2010 berichteten N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management für güllebasierte und strohbasierte Systeme. Die Emissionen aus den güllebasierten Systemen weisen im Vergleich zur Resubmission 2010 für alle Jahre des Berichtszeitraumes eine geringfügige Erhöhung auf. Bei den strohbasierten Systemen steht einer geringfügigen Erhöhung im Vergleich zur Resubmission 2010 für die Jahre 1990 bis 1997 eine Abnahme in den Jahren ab 1998 gegenüber. Die Gründe dafür liegen in

- den Unterschieden in den N-Ausscheidungen pro Tierplatz, siehe Tabelle 165,
- den in Kapitel 6.3.2.5 beschriebenen Änderungen in der prozentualen Verteilung der verschiedenen Haltungssysteme, sowie in
- den Abweichungen der Tierzahlen im NIR 2011 von den Daten in der Resubmission 2010 (vgl. Kapitel 6.1.4.2.), die die absolute an N₂O-Emissionen beeinflussen.

Tabelle 167: Vergleich der 2011 und 2010 berichteten N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management nach Systemen (4.s2.)

[Gg a-1 N2O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
güllebasiert 2011	4,559	4,149	4,073	4,061	4,880	4,860	4,888	4,791	4,831	4,803
güllebasiert 2010	4,545	4,148	4,070	4,059	4,873	4,856	4,885	4,788	4,773	4,798
strohbasiert 2011	4,388	3,890	3,780	3,779	3,095	3,118	3,151	3,090	2,984	2,926
strohbasiert 2010	4,352	3,853	3,751	3,749	3,059	3,081	3,113	3,052	3,033	2,989
[Gg a-1 N2O]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
güllebasiert 2011	4,701	4,758	4,633	4,606	4,481	4,518	4,411	4,458	4,504	4,517
güllebasiert 2010	4,698	4,755	4,630	4,604	4,479	4,513	4,404	4,449	4,493	
strohbasiert 2011	2,883	2,901	2,804	2,767	2,708	2,687	2,639	2,665	2,685	2,677
strohbasiert 2010	2,946	2,975	2,875	2,839	2,784	2,761	2,713	2,743	2,757	

Die NO-Emissionen haben sich gegenüber der zur Resubmission 2010 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). In der Summe ergibt sich für die NO-Emissionen im Vergleich zur Resubmission 2010 eine Erhöhung bis 1998, gefolgt von einer Abnahme bis 2008. Die Veränderungen der Gesamtsumme an NO-Emissionen zeigt die nachfolgende Tabelle:

Tabelle 168: Vergleich der 2011 und 2010 berichteten NO-Emissionen (E_{NO}) aus dem Wirtschaftsdünger-Management

[Gg a ⁻¹ NO]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E _{NO} 2011	1,220	1,096	1,071	1,069	1,088	1,088	1,096	1,075	1,066	1,054
E _{NO} 2010	1,213	1,091	1,066	1,065	1,082	1,082	1,091	1,069	1,065	1,062
[Gg a ⁻¹ NO]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
E _{NO} 2011	1,034	1,045	1,014	1,005	0,980	0,983	0,961	0,972	0,980	0,981
E _{NO} 2010	1,042	1,054	1,023	1,015	0,990	0,992	0,971	0,981	0,989	

6.3.4.6 Geplante Verbesserungen (4.B, N₂O & NO)

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 N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management beeinflusst 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					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend	
Agricultural Soil, Direct Soil Emissions	l / t / T2	N ₂ O	2,52 %	2,89 %	-11,8 %
Agricultural Soil, Indirect Emissions	l / - / T2	N ₂ O	1,41 %	1,57 %	-14,2 %

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	IE	NO	NO	NO	NO	C/D	C/D	NO	C	NO
EF Unsicherheiten in %						-80/ +400				
Unsicherheitenverteilung						L				
Methode EF-Ermittlung						C/D/T 1/T2				

Mikrobielle Umsetzungen (Nitrifikation und Denitrifikation) von N-Verbindungen führen zu N₂O-Emissionen.

Die Quellgruppe *Landwirtschaftliche Böden* ist hinsichtlich *direkter und indirekter N₂O-Emissionen* eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe, für *direkte Emissionen* zusätzlich auch nach dem Trend.

Die N₂O-Emissionen aus Böden haben zwischen 1990 und 2009 um 13,1 % abgenommen. Ihr Anteil an den gesamten N₂O-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft ist über die Jahre nahezu konstant geblieben (1990: 94,7 %; 2009: 95,1 %).

6.5.2 Methodische Aspekte (4.D)

6.5.2.1.1 Grundkonzept

Die N₂O-Emissionen aus Böden werden mit einer Methodik berechnet, die davon ausgeht, dass der Umsatz der Nitrifikation und Denitrifikation proportional zu dem anthropogen dem Boden zugeführten N ist. Diese Stickstoffmenge umfasst auch Anteile, die aus der Ausbringung von Wirtschaftsdünger und dem Weidegang resultieren. Diese Anteile werden mit Hilfe des N-Fluss-Konzeptes berechnet, siehe Kapitel 6.1.3.4.

Eine ausführliche Beschreibung der Berechnung der N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden findet sich in RÖSEMANN et al. (2011). Die nachfolgenden Kapitel geben die wichtigsten Aspekte wieder, einschließlich der Änderungen gegenüber der zur Resubmission 2010.

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 NH₃- und NO-Emissionen verbleibt. Die verbleibende N-Menge wird im deutschen Inventar nicht mit Hilfe der Größe $Frac_{GASF}$ berechnet, sondern unter Verwendung der explizit berechneten NH₃- und NO-Emissionen. (Zu $Frac_{GASF}$ siehe Kapitel 6.5.2.1.7.) Als Aktivitätsdaten werden anstelle der (nicht bekannten) Ausbringungsmengen von Mineraldüngern die statistisch erfassten Verkaufsmengen auf Bundesland-Ebene verwendet. Der Emissionsfaktor wird nach IPCC(1996b)-4.89, Tabelle 4-18, mit $EF_{fert, N_2O} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$ angesetzt. In der Resubmission 2010 wurde dieser Emissionsfaktor fälschlich auf die ausgebrachte Mineraldünger-N-Menge angewendet, womit sich überhöhte N₂O-Emissionen ergaben.

Die Berechnung direkter N₂O-Emissionen als Folge der Ausbringung von Wirtschaftsdünger erfolgt analog zur Vorgehensweise bei der Mineraldüngeranwendung. Der Emissionsfaktor wird entsprechend mit $EF_{man, N_2O} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$ angesetzt. In der Resubmission 2010 wurde dieser Emissionsfaktor fälschlich auf die ausgebrachte Wirtschaftsdünger-N-Menge angewendet, womit sich überhöhte N₂O-Emissionen ergaben. Zur Ermittlung der Aktivitätsdaten siehe Kapitel 6.1.3.4.

In der bisherigen Berichterstattung (bis zur Resubmission 2010 incl.) wurde von der Annahme ausgegangen, dass deutsche Wirtschaftsdüngerexporte vernachlässigbar seien, und dass Importe nur aus den Niederlanden stammen und als Geflügelkot angesehen werden können. Eine zwischenzeitliche genauere Analyse der verfügbaren Daten deckte auf, dass keine ausreichende Datenbasis für die Erstellung einer deutschen Wirtschaftsdünger-Netto-Importbilanz existiert. Daher wird bis auf weiteres davon abgesehen, Importe und Exporte bei der Berechnung von Emissionen aus der Wirtschaftsdüngeranbringung zu berücksichtigen. Zu Details siehe RÖSEMANN et al. (2011).

Die Berechnung direkter N₂O-Emissionen aus N-Ausscheidungen beim Weidegang erfolgt nach IPCC (1996b). Die Menge der N-Ausscheidungen auf der Weide ist eine Funktion der Gesamtausscheidung eines Tieres und der Weidedauer. Der Emissionsfaktor $EF_{graz, N_2O} = 0,02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$ wird für alle Tierkategorien 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. Daher werden Klärschlämme wie in IPCC (2006)-11.7 angegeben bei den direkten N₂O-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 $EF_{sl, N_2O} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$ angesetzt.

Direkte N₂O-Emissionen aus der Bewirtschaftung organischer Böden werden proportional zur Fläche berechnet. Die Fläche wird aus den Daten zur Erstellung der Emissionsinventare

für Landnutzung und Landnutzungsänderungen übernommen. Dabei wurden insbesondere die in der zur Resubmission 2010 berichteten, mangels differenzierter Daten als konstant angesetzten Flächenwerte für die Jahre 1990 bis 2005 durch zeitlich differenzierte Daten ersetzt, s. Kapitel 6.5.2.2, Tabelle 171. Die Daten für die Jahre 2006 bis 2008 wurden ebenfalls aktualisiert. 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 (SLL, 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. Die Verwendung von Daten des Statistischen Bundesamtes (StatBA FS3 R3) über Erträge von Wiesen, Mähweiden und Feldfutterbau erfolgt erstmals und ersetzt frühere (höhere) Expertenschätzungen. Die in den Rückständen enthaltenen relativen N-Gehalte werden einer Aufstellung des Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ, 2007) sowie der Düngeverordnung (DVO, 1996) entnommen. Die mit Stroh als Einstreu von der Fläche entfernten N-Mengen werden abgezogen. 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.

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 $\text{NH}_3\text{-N}$ - und NO-N -Emissionen aus Einstreu, Leguminosenanbau und Ernterückständen 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 berechneten deutschen N_2O -Emissionen angewendet werden (siehe Kapitel 6.5.2.3).

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 NH_3 - und NO -Emissionen, die weiter unten noch näher beschrieben werden:

- NH_3 -Emissionen aus der Mineraldüngeranwendung
- NO -Emissionen aus der Mineraldüngeranwendung

- NH₃-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management incl. Ausbringung
- NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management incl. NO als Folge der Wirtschaftsdünger-Ausbringung
- NH₃-Emissionen aus dem Weidegang
- NO-Emissionen aus dem Weidegang
- NH₃-Emissionen aus dem Leguminosenanbau
- NO-Emissionen aus dem Leguminosenanbau
- NO-Emissionen aus Ernterückständen

NH₃- und NO-Emissionen aus der Mineraldüngeranwendung werden proportional zur ausgebrachten N-Menge berechnet. Die NH₃-Emissionsfaktoren für die verschiedenen Dünger-Typen werden nach EMEP(2009)-4D-Table 3-2 als Funktion der Frühlingstemperatur berechnet. Letztere beruht auf regional differenzierten Angaben des Deutschen Wetterdienstes. Der NO-Emissionsfaktor ist in Kapitel 6.5.2.1.5 angegeben.

NH₃- und NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management umfassen auch die Emissionen als Folge der Ausbringung. NH₃-Emissionen werden getrennt für Stall-, Lager- und Ausbringungsbereich berechnet, wobei die am Anfang der Stall-Lager-Ausbringungskette stehende N-Menge auch den mit der Einstreu eingebrachten Stickstoff einschließt (siehe Kapitel 6.1.3.4); für die in Deutschland üblichen Stall-, Lager- und Ausbringsverfahren existieren differenzierte NH₃-Emissionsfaktoren (s. RÖSEMANN et al., 2011). NO-Emissionen 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 (s. RÖSEMANN et al., 2011); der Emissionsfaktor für NO als Folge der Ausbringung ist in Kapitel 6.5.2.1.5 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, s. EMEP (2009)-4B-26. Der NO-Emissionsfaktor ist in Kapitel 6.5.2.1.5 angegeben.

NH₃- und NO-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(2007)-B1020-12 als $EF_{\text{fix, NH}_3} = 0,01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$ angesetzt, der NO-Emissionsfaktor ist in Kapitel 6.5.2.1.5 angegeben.

NO-Emissionen aus Ernterückständen werden proportional zu den im Boden verbliebenen N-Mengen berechnet (zur Berechnung dieser N-Mengen siehe Kapitel 6.5.2.1.2). Der NO-Emissionsfaktor ist in Kapitel 6.5.2.1.5 angegeben. (Durch neue Daten über Erträge von Wiesen, Mähweiden und Feldfutterbau verringern sich die NO-Emissionen aus Ernterückständen, vgl. Kapitel 6.5.2.1.2)

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 ($Fra_{\text{O_LEACH}}$, siehe Kapitel 6.5.2.1.8) sowie dem Emissionsfaktor (0,025 kg kg⁻¹ N, IPCC, 1996b, Tabelle 4-23). Dieser Emissionsfaktor

wird seit der Resubmission 2010 verwendet. Er ist mehr als dreifach so groß wie der zuvor in der deutschen Berichterstattung verwendete Emissionsfaktor von $0,0075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ nach IPCC (2006), siehe dazu auch Rückrechnungskapitel 10.5.2.11.

Die Aktivitätsgröße ergibt sich aus der Summe der nachfolgend angegebenen Teil-Aktivitätsgrößen (wobei bzgl. der NH_3 - und NO -Emissionen auf Kapitel 6.5.2.1.3 und bzgl. der direkten N_2O -Emissionen auf Kapitel 6.5.2.1.2 verwiesen wird; die N_2 -Emissionen werden analog zu den direkten N_2O -Emissionen berechnet; wobei der Emissionsfaktor mit $0,1 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ angesetzt wird, s. RÖSEMANN et al., 2011).

Die Teil-Aktivitätsgrößen aus Mineraldünger- und Wirtschaftsdüngerausbringung sowie Weidegang bestehen aus den jeweils ausgebrachten bzw. ausgeschiedenen N-Mengen, vermindert um N-Verluste durch NH_3 -, direkte N_2O -, NO - und N_2 -Emissionen.

Die Teil-Aktivitätsgröße aus der Klärschlammasbringung umfasst die ausgebrachte N-Menge, vermindert um N-Verluste durch direkte N_2O -Emissionen. (Es werden keine NH_3 -, NO - und N_2 -Emissionen berechnet.)

Als Teil-Aktivitätsgröße für die biologische N-Fixierung wird die fixierte N-Menge verwendet (zur Berechnung der fixierten N-Menge siehe Kapitel 6.5.2.1.2), vermindert um N-Verluste durch NH_3 -, direkte N_2O -, NO - und N_2 -Emissionen.

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 -, 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 169: 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	0,02	Annahme: $EF_{\text{NO}} = EF_{\text{N}_2\text{O}}$ (EMEP, 2003, B1020-11,12)
N-Fixierung (Leguminosen)	0,012	analog zur Düngerausbringung
Ernterückstände	0,007	EMEP (2003), B1020-12

6.5.2.1.6 **NM VOC-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden und Kulturen**

IPCC stellt keine Methode zur Berechnung von NM VOC -Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden und Kulturen bereit. Die Größenordnung der NM VOC -Emissionen aus Pflanzen wurde daher anhand des in EMEP (2009) angegebenen Verfahrens geschätzt. NM VOC können derzeit nur für Ackerbau und Grünland berechnet werden. Die dabei verwendeten Emissionsfaktoren stammen aus KÖNIG et. al. (1995). Als Aktivitätswert dient die Fläche von Ackerbau und Grünland.

6.5.2.1.7 $Frac_{GASF}$ und $Frac_{GASM}$

$Frac_{GASF}$ wird wie in CRF-4.Ds2 definiert berechnet.

Die in CRF-4.Ds2 angegebene Definition von $Frac_{GASM}$ („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 $Frac_{GASM}$ umgeformt wird:

Gleichung 7: Ableitung von $Frac_{GASM}$ aus Gleichung 9 in IPCC (1996b)-4.112

$$Frac_{GASM, Eq. 9} = \frac{E_{N_2O} / EF_4 - N_{fert} \cdot Frac_{GASF}}{N_{ex}}$$

mit

$Frac_{GASM, Eq. 9}$	$Frac_{GASM}$ -Größe aus Gleichung 9 in IPCC (1996b)-4.112 (in Gg Gg ⁻¹)
E_{N_2O} / EF_4	Gesamtemission von N_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)
$N_{fert} \cdot Frac_{GASF}$	Emission von N_2O -N durch Deposition von reaktivem Stickstoff aus der Emission von NH_3 -N und NO -N bei der Anwendung von Mineraldünger (in Gg a ⁻¹ N_2O -N)
N_{ex}	nationale Gesamt-N-Menge aus tierischen Ausscheidung (in Gg a ⁻¹ N)

NH_3 - 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 6.1.3.4) und müssen daher auch in der Definition einer $Frac_{GASM}$ -Größe mitberücksichtigt werden, um die Konsistenz der deutschen Inventarergebnisse zu gewährleisten. Daraus resultiert die Definition der von Deutschland berichteten Größe $Frac_{GASM, Germany}$:

Gleichung 8: Definition der Größe $Frac_{GASM, Germany}$

$$Frac_{GASM, Germany} = \frac{E_{NH_3-N, MM} + E_{NH_3-N, grazing} + E_{NO-N, storage} + E_{NO-N, application} + E_{NO-N, grazing}}{m_{excr} + m_{straw}}$$

mit

$Frac_{GASM, Germany}$	Anteil des Stickstoffs aus tierischen Ausscheidungen und Einstreu (Stroh), der als NH_3 -N and NO -N emittiert wird (in Gg Gg ⁻¹)
$E_{NH_3-N, MM}$	Emission von NH_3 -N aus dem Wirtschaftsdünger-Management (in Gg a ⁻¹ NH_3 -N)
$E_{NH_3-N, grazing}$	Emission von NH_3 -N aus Weidegang (in Gg a ⁻¹ NH_3 -N)
$E_{NO-N, storage}$	Emission von NO -N aus dem Wirtschaftsdünger-Lager (in Gg a ⁻¹ NO -N)
$E_{NO-N, application}$	Emission von NO -N infolge von Wirtschaftsdünger-Ausbringung (in Gg a ⁻¹ NO -N)
$E_{NO-N, grazing}$	Emission von NO -N infolge von N-Ausscheidung auf der Weide (in Gg a ⁻¹ NO -N)
m_{excr}	in der Tierhaltung (einschließlich Weidegang) ausgeschiedene N-Menge (in Gg a ⁻¹ N)
m_{straw}	in der Tierhaltung durch Einstreu (Stroh) eingebrachte N-Menge (in Gg a ⁻¹ N)

Aufgrund der zeitlich variierenden Eingangsdaten ist $Frac_{GASM, Germany}$ keine Konstante.

Wegen der oben genannten Unterschiede in den $Frac_{GASM}$ -Definitionen ist es nicht möglich, durch Einsetzen von $Frac_{GASM, Germany}$ in Gleichung 9 aus IPCC (1996b)-4.112 die im deutschen Inventar berichteten indirekten N_2O -Emissionen (CRF-4.Ds1.3.1) nachzuvollziehen, siehe dazu Kapitel 6.5.2.3.

6.5.2.1.8 Die übrigen $Frac$ -Verhältnisgrößen

$Frac_{BURN}$ wird nicht berichtet (NO), da das Verbrennen von Ernterückständen auf dem Feld in Deutschland untersagt ist.

$Frac_{FUEL}$ wird nicht berichtet (NO), da die Verwendung von Tierexkrementen als Brennstoffmaterial in Deutschland keine Bedeutung hat.

$Frac_{GRAZ}$ wird entsprechend der Definition in CRF-4.Ds2 als Verhältnis von beim Weidegang ausgeschiedenen N zur Gesamtausscheidung von N berechnet.

Für $Frac_{LEACH}$ wird im deutschen Inventar nach IPCC (1996b), S. 4.106 ein konstanter Wert von $0.30 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ angesetzt.

$Frac_{NCRBF}$ beschreibt den N-Anteil an der Trockenmasse von N-fixierenden Pflanzen ohne Berücksichtigung der Ernteprodukte. Er wird als gewichtetes Mittel aus den Beiträgen von Futtererbsen, Ackerbohnen, Gelblupinen, Klee, kleehaltige Gemische, Luzerne, Gemüseerbsen, Buschbohnen und Stangenbohnen berechnet.

$Frac_{NCR0}$ beschreibt den N-Anteil an der Trockenmasse von nicht-N-fixierenden Pflanzen ohne Berücksichtigung der Ernteprodukte. Er wird als gewichtetes Mittel für Getreide, Raps, Zucker- und Futterrüben, Kartoffel, Gras und Gemüse ohne Erbsen und Bohnen ermittelt.

$Frac_R$ bzw. $Frac_{Remove}$ wird nach der in CRF-4.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 Strohmenngen, die als Einstreu dienen, werden ebenfalls nicht als Ernteprodukte gewertet.

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.

Die nachfolgende Tabelle gibt die Aktivitätsdaten zur Berechnung der direkten N_2O -Emissionen wieder. (Zur Bestimmung dieser Aktivitätsdaten siehe Kapitel 6.5.2.1.2.)

Tabelle 170: 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	921,9	829,5	815,6	813,6	830,3	828,8	836,4	823,2	825,6	817,9
Weidegang	213,0	199,4	201,7	204,8	176,7	181,2	184,8	181,0	178,8	178,1
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	1028,9	981,8	899,4	1012,1	904,7	956,9	1017,8	955,4	1047,6	1052,7
[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	805,3	816,7	797,0	794,6	778,7	783,0	766,4	779,2	786,2	790,7
Weidegang	175,2	177,3	170,8	169,1	166,0	165,0	160,9	161,0	162,7	162,2
Klärschlämme	33,0	29,9	28,2	29,3	28,3	27,4	27,0	26,0	27,7	27,7
N-Fixierung, Leguminosen	95,6	102,3	97,5	95,5	91,8	94,7	92,7	83,2	76,4	78,5
Ernterückstände	1036,9	1060,6	1011,8	889,8	1133,3	1101,8	1024,7	1147,4	1220,6	1273,5

Tabelle 171: Der direkten N₂O-Berechnung zugrunde liegende Fläche der bewirtschafteten organischen Böden in NIR 2011 und Resubmission 2010 (4.Ds1.1.5)

[1000 ha]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
org. Böden 2011	1325	1324	1323	1322	1321	1320	1320	1319	1318	1317
org. Böden 2010	1303	1303	1303	1303	1303	1303	1303	1303	1303	1303
[1000 ha]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
org. Böden 2011	1316	1314	1311	1309	1306	1303	1298	1293	1286	1287
org. Böden 2010	1303	1303	1303	1303	1303	1303	1297	1289	1285	

Die NH₃- und NO-Emissionen, die der Berechnung der indirekten N₂O-Emission infolge von Deposition reaktiven Stickstoffs zugrunde liegen, werden summarisch in Tabelle 172 wiedergegeben. Die der N₂O-Berechnung zugrunde liegende Menge an reaktivem Stickstoff erhält man durch Multiplikation mit 14/17 bei NH₃ und 14/30 bei NO, s. Tabelle 173.

Tabelle 172: Im Inventar berechnete Summen der NH₃- und NO-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft, die der Berechnung der depositionsbedingten indirekten N₂O-Emission zugrunde liegen

[Gg a ⁻¹]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E _{NH₃}	668,1	602,2	587,3	587,0	562,5	567,0	571,8	565,8	569,5	567,2
E _{NO}	115,2	106,0	101,7	100,6	92,9	98,4	99,3	99,1	99,9	102,4
[Gg a ⁻¹]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
E _{NH₃}	560,8	570,9	558,9	557,0	552,6	547,6	541,7	548,4	555,0	569,3
E _{NO}	104,2	100,9	97,7	95,5	99,4	97,8	96,0	93,3	99,9	94,2

Tabelle 173: Der N₂O-Berechnung zugrunde liegender reaktiver Stickstoff N_{reac} (4.Ds1.3.1)

[Gg a-1N]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
N _{reac}	604,0	545,4	531,1	530,3	506,6	512,9	517,3	512,2	515,6	514,9
[Gg a-1N]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
N _{reac}	510,5	517,3	505,8	503,3	501,5	496,6	490,9	495,1	503,7	512,8

Tabelle 174: Ausgewaschene N-Menge (incl. Oberflächenabfluss) (4.Ds1.3.2)

[Gg a-1N]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
N _{leach}	1170,5	1081,5	1030,7	1030,5	948,9	1011,4	1026,4	1030,3	1037,3	1063,6
[Gg a-1N]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
N _{leach}	1081,4	1047,4	1011,5	977,2	1045,0	1026,5	1000,5	985,7	1060,1	1006,1

Für die Verhältnisgrößen (*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 175: $Frac_{GASF}$ (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

Tabelle 176: $Frac_{GASM, Germany}$ (4.Ds2)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
$Frac_{GASM, Germany}$	0,314	0,313	0,311	0,309	0,303	0,302	0,302	0,302	0,303	0,302
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$Frac_{GASM, Germany}$	0,301	0,301	0,302	0,302	0,303	0,303	0,303	0,304	0,304	0,305

Tabelle 177: $Frac_{GRAZ}$ (4.Ds2)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
$Frac_{GRAZ}$	0,132	0,137	0,140	0,143	0,125	0,128	0,129	0,129	0,127	0,127
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$Frac_{GRAZ}$	0,127	0,127	0,126	0,125	0,125	0,124	0,123	0,122	0,122	0,121

Tabelle 178: $Frac_{NCRBF}$ (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	0,0429

Tabelle 179: $Frac_{NCR0}$ (4.Ds2)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
$Frac_{NCR0}$	0,0235	0,0229	0,0237	0,0236	0,0238	0,0232	0,0228	0,0222	0,0226	0,0222
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$Frac_{NCR0}$	0,0224	0,0216	0,0225	0,0210	0,0210	0,0217	0,0215	0,0219	0,0204	0,0203

Tabelle 180: $Frac_R$ ($Frac_{Remove}$) (4.Ds2)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
$Frac_R$	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,56	0,57	0,56
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$Frac_R$	0,57	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,55

6.5.2.3 Berechnete Emissionen aus dem Bereich landwirtschaftlich genutzter Böden (4.D)

Die Ergebnisse der N_2O - und NO -Emissionsberechnungen sind in Tabelle 181 dargestellt.

Tabelle 181: N_2O - und NO -Emissionen E_{N_2O} und E_{NO} aus landwirtschaftlich genutzten Böden (4s1, 4s2)

$[Gg\ a^{-1}\ N_2O],$ $[Gg\ a^{-1}\ NO]$	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E_{N_2O}	161,5	150,3	144,3	144,3	134,3	141,5	143,3	143,6	144,5	147,4
E_{NO}	114,0	104,9	100,7	99,5	91,8	97,3	98,2	98,0	98,8	101,4
$[Gg\ a^{-1}\ N_2O],$ $[Gg\ a^{-1}\ NO]$	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
E_{N_2O}	149,3	145,6	141,2	137,2	144,8	142,6	139,4	137,8	146,2	140,3
E_{NO}	103,2	99,9	96,6	94,5	98,5	96,8	95,0	92,3	98,9	93,2

Deutlich zu erkennen ist in Tabelle 181 die Abnahme der N_2O -Emissionen von 1990 zu 1992. Danach schwanken die N_2O - und NO -Emissionen um einen Mittelwert von $142,6\ Gg\ a^{-1}\ N_2O$ mit einem Minimum von $134,3\ Gg\ a^{-1}\ N_2O$ (1994) und einem Maximum von $149,3\ Gg\ a^{-1}\ N_2O$ (2000). 2009 ist ein Anteil von 20,5 % der N_2O -Emissionen aus Böden dem Einsatz von

Mineraldüngern zuzuordnen, 17,8 % den Ernterückständen, 11,1 % der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern, 11,5 % der Bewirtschaftung organischer Böden und 28,2 % 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 187 wiedergegeben.

Tabelle 182 zeigt die indirekten N₂O-Emissionen als Folge der Deposition reaktiver N-Spezies, wie sie entsprechend der in Kapitel 6.5.2.1.3 beschriebenen Methode für das deutsche Inventar berechnet wurden, d. h. indem im Gegensatz zu IPCC (1996b)-4.112 auch die NH₃- und NO-Emissionen aus der Einstreu in der Tierhaltung wurden.

Tabelle 182: Für den NIR 2011 berechnete indirekte N₂O-Emissionen als Folge der Deposition reaktiver N-Spezies

[Gg a ⁻¹ N ₂ O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	9,49	8,57	8,35	8,33	7,96	8,06	8,13	8,05	8,10	8,09
[Gg a ⁻¹ N ₂ O]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	8,02	8,13	7,95	7,91	7,88	7,80	7,71	7,78	7,91	8,06

Die Ergebnisse der Schätzung von flüchtigen organischen (nicht-Methan-)Verbindungen aus Pflanzenbestände sind in Tabelle 183 wiedergegeben.

Tabelle 183: NMVOC-Emissionen aus Ackerbau und Grünland (4s1.D, 4s2.D)

[Gg a ⁻¹ NMVOC]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	1,34	1,70	1,68	1,69	1,70	1,70	1,54	1,64	1,76	1,93
[Gg a ⁻¹ NMVOC]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	1,84	1,91	2,07	2,00	2,06	2,13	2,22	2,35	2,19	2,29

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)

Hinsichtlich der quellenspezifischen QS/QK und Verifizierung wird auf Kapitel 6.1.7 verwiesen.

Zum Zweck der Verifizierung vergleicht die nachfolgende Tabelle die für den vorliegenden NIR 2011 verwendeten N₂O-Emissionsfaktoren mit den letztjährigen Daten benachbarter Staaten einschließlich des Vereinigten Königreiches (UNFCCC 2010). Mit Ausnahme der Niederlande (und Dänemarks bei den organischen Böden) verwenden alle aufgeführten Staaten die Default-Emissionsfaktoren von IPCC(1996b).

Tabelle 184: Vergleich der im deutschen Inventar verwendeten N₂O-Emissionsfaktoren mit denen benachbarter Staaten (Deutschland für Bezugsjahr 2009, übrige Länder für 2008)

[kg kg ⁻¹ N ₂ O-N]	EF _{N2O, min fert}	EF _{N2O, manure}	EF _{N2O, legumes}	EF _{N2O, crop residues}	EF _{N2O, histosols *}	EF _{N2O, grazing}	EF _{N2O, deposition}	EF _{N2O, leaching}
Österreich	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	NO	0,0200	0,0100	0,0250
Belgien	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	8,00	0,0200	0,0100	0,0250
Tschechische Republik	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	NO	0,0200	0,0100	0,0250
Dänemark	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	3,01	0,0200	0,0100	0,0250
Deutschland	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	8,00	0,0200	0,0100	0,0250
Frankreich	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	NO	0,0200	0,0100	0,0250
Niederlande	0,0099	0,0200	0,0100	0,0100	4,70	0,0165	0,0098	0,0243
Polen	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	8,00	0,0200	0,0100	0,0251
Schweiz	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	8,00	0,0200	0,0100	0,0250
Vereinigtes Königreich	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	8,00	0,0200	0,0100	0,0250

* Einheit: kg ha⁻¹ N₂O

Quelle (ausgenommen Deutschland): UNFCCC 2009, Table 4.Ds1

In Tabelle 185 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 Verteilung der Düngermengen auf einzelne Sorten nicht bekannt ist.

Tabelle 185: Vergleich der im deutschen Inventar verwendeten $Frac$ -Größen mit denen benachbarter Staaten (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)

[kg kg ⁻¹]	$Frac_{GASF}$	$Frac_{GASM}$	$Frac_{GRAZ}$	$Frac_{LEACH}$	$Frac_{NCR0}$	$Frac_{NCRBF}$	$Frac_{Remove}$
Österreich	0,035	0,27	0,058	0,30	0,009	0,026	0,34
Belgien	0,033	0,21	0,31	0,14	0,015	0,030	0,49
Tschechische Republik	0,100	0,20	0,20	0,30	0,020	0,030	0,45
Dänemark	0,018	0,19	0,09	0,33	0,017	0,039	0,73
Deutschland	0,054	0,305¹⁾	0,121	0,30	0,020	0,043	0,552
Frankreich	0,100	0,20	0,41	0,30		0,03	
Niederlande	0,035	0,176	0,174	0,30			
Polen	0,100	0,20	0,06	0,30	0,014	0,027	0,44
Schweiz	0,045	0,32	0,19	0,20	0,015	0,023	0,71
Vereinigtes Königreich	0,100 ²⁾	0,20 ²⁾	0,52 ²⁾	0,30 ²⁾	0,015 ²⁾	0,03 ²⁾	0,45 ²⁾
IPCC(1996b)-4.94 IPCC(2006)-11.24	0,100	0,20		0,30	0,015	0,03	0,45

¹⁾ $Frac_{GASM}$, Germany nach Kapitel 6.5.2.2²⁾ reported in submission 2009, CRF Table4.Ds2

Quelle (ausgenommen Deutschland): UNFCCC 2010, Table 4.Ds1

6.5.4 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz(4.D)

Hinsichtlich der Unsicherheiten der N₂O-Emissionen im Bereich der landwirtschaftlich genutzten Böden wird auf Tabelle 123 in Kapitel 6.1.6 (Gesamt-Unsicherheit des deutschen THG-Inventars) verwiesen.

Für die NO-Emissionen aus Mineraldünger- und Wirtschaftsdüngeranwendung wird nach EMEP(2003)-B1010-26 ein Unsicherheitsfaktor von 10 angesetzt.

Für die NO-Emissionen aus Weidegang wird nach EMEP (2003)-1020-15 ein Unsicherheitsfaktor von 5 und mehr für möglich erachtet. Diese Angabe wird für NO-Emissionen aus Ernterückständen übernommen, da hierfür keine speziellen Unsicherheitsangaben verfügbar sind.

EMEP(2003)-B1020-27 gibt für die Unsicherheit von NMVOC-Emissionen den Faktor 30 an. Diese Unsicherheit wird in Anbetracht der vergleichsweise niedrig eingeschätzten Unsicherheit der Aktivitätsdaten (< 5 %) im Wesentlichen durch die Unsicherheit der Emissionsfaktoren bestimmt. Somit ist von einem Unsicherheitsfaktor für die Emissionsfaktoren auszugehen, der wie der der Emissionen selbst in der Größenordnung von 30 liegt.

Die berechneten Zeitreihen sind konsistent.

6.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (4.D)

Im Vergleich zur Resubmission 2010 haben sich im Wesentlichen die folgenden Veränderungen ergeben (siehe auch Tabelle 186):

- Die aus der Mineraldünger-Ausbringung stammenden N-Mengen, die der N₂O-Berechnung zugrunde liegen, sind im NIR 2011 durchgehend niedriger als in der zur Resubmission 2010 berichtet. Dies liegt daran, dass das Berechnungsverfahren inzwischen korrigiert wurde und nun wieder dem Verfahren in IPCC (1996b) entspricht, s. Kapitel 6.5.2.1.2.
- Analoges gilt für die aus der Wirtschaftsdünger-Ausbringung stammenden N-Mengen, s. Kapitel 6.5.2.1.2. Hinzu kommt, dass bei allen Festmist-Haltungsverfahren ein Fehler in der Berechnung der TAN-Immobilisierung im Stall beseitigt wurde. Dies führt zu merklich erhöhten NH₃-Emissionen aus dem Lager, mit der Folge, dass weniger N für die Ausbringung zur Verfügung steht. Darüber hinaus wirkt sich die insgesamt etwas verringerte Menge der tierischen N-Ausscheidungen (s. Kapitel 6.3.4.5) aus.
- Die aus dem Weidegang stammenden N-Mengen, die der N₂O-Berechnung zugrunde liegen, sind im NIR 2011 durchgehend niedriger als in der zur Resubmission 2010 berichtet. Dies liegt an einer Verringerung der N-Ausscheidungen (vgl. dazu auch Kapitel 6.3.4.5).
- Auch die der N₂O-Berechnung zugrunde liegenden N-Mengen, die aus Ernterückständen stammen, sind im NIR 2011 durchgehend niedriger als in der zur Resubmission 2010 berichtet. Dies ist auf die geänderte Datenbasis für die Erträge von Wiesen, Mähweiden und Feldfutterbau zurückzuführen, s. Kapitel 6.5.2.1.2.
- Die in der Resubmission 2010 berichtete Menge an emittiertem reaktivem Stickstoff wies einen Einheitenumrechnungsfehler beim Anteil aus den Ernterückständen auf. Dieser Fehler wurde korrigiert, was zu insgesamt höheren Werten von reaktivem Stickstoff im NIR 2011 führt.
- Die durch Auswaschung und Oberflächenabfluss bedingten N-Verluste aus dem Boden sind im NIR 2011 für alle Jahre der Zeitreihe niedriger als in der Resubmission 2010. Der Grund dafür liegt in der Überarbeitung der Berechnungsmethode, die nun korrekt vorhergehende N-Verluste durch Emissionen von N-Spezies berücksichtigt, vgl. Kapitel 6.5.2.1.4.
- Beim Klärschlamm unterscheiden sich die 2010 und 2011 berichteten Daten lediglich für das Jahr 2008, was in der Aktualisierung der für 2008 eingesetzten Klärschlamm-Menge begründet ist.

Die Daten für Emissionen aus der biologischen N-Fixierung blieben unverändert, wie Tabelle 186 und Tabelle 187 zeigen.

Tabelle 186: Vergleich der 2010 und 2011 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 2011	2089,3	1943,3	1863,1	1744,9	1552,9	1720,8	1702,7	1689,9	1718,2	1827,7
Mineraldünger 2010	2163,6	2011,5	1927,2	1810,1	1612,0	1787,3	1769,1	1757,1	1787,2	1901,9
Wirtschaftsdünger 2011	935,9	842,2	828,1	826,0	842,8	841,3	849,0	835,6	838,0	830,2
Wirtschaftsdünger 2010	1187,1	1073,9	1052,5	1048,1	1059,9	1058,9	1064,1	1044,0	1046,1	1047,0
Weidegang 2011	212,1	198,6	200,9	204,1	176,1	180,6	184,2	180,4	178,3	177,6
Weidegang 2010	216,2	198,9	203,9	205,6	178,7	181,4	185,8	181,5	180,0	182,7
Ernterückstände 2011	1028,9	981,8	899,4	1012,1	904,7	956,9	1017,8	1055,4	1047,6	1052,7
Ernterückstände 2010	1085,6	1034,5	948,6	1046,5	943,6	992,7	1055,3	1090,6	1078,5	1080,5
N-Fixierung 2011	140,4	102,8	87,0	91,6	93,2	95,6	98,9	106,8	115,6	107,7
N-Fixierung 2010	140,4	102,8	87,0	91,6	93,2	95,6	98,9	106,8	115,6	107,7
Indirekt, Deposition 2011	604,0	545,4	531,1	530,3	506,6	512,9	517,3	512,2	515,6	514,9
Indirekt, Deposition 2010	573,1	519,7	506,2	506,5	492,8	500,2	502,7	497,0	501,5	507,1
Ind., Auswaschung 2011	1170,5	1081,5	1030,7	1030,5	948,9	1011,4	1026,4	1030,3	1037,3	1063,6
Ind., Auswaschung 2010	1286,3	1187,5	1133,6	1128,1	1047,8	1108,8	1123,7	1124,4	1130,7	1158,4
Klärschlamm 2011	27,4	27,4	26,2	26,2	26,2	35,3	35,3	34,1	31,6	31,5
Klärschlamm 2010	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 2011	1935,9	1768,3	1713,9	1710,8	1747,6	1704,1	1705,6	1525,9	1728,8	1467,3
Mineraldünger 2010	2013,6	1847,0	1791,7	1787,8	1827,8	1778,4	1783,7	1599,8	1807,2	
Wirtschaftsdünger 2011	817,4	828,9	808,9	806,5	790,4	794,7	777,8	790,8	798,0	802,5
Wirtschaftsdünger 2010	1032,3	1050,4	1024,3	1015,3	999,9	1002,7	981,2	997,4	1005,4	
Weidegang 2011	174,7	176,8	170,4	168,6	165,5	164,5	160,5	160,6	162,3	161,8
Weidegang 2010	179,3	182,4	175,3	174,2	170,6	168,1	163,9	164,9	166,7	
Ernterückstände 2011	1036,9	1060,6	1011,8	889,8	1133,3	1101,8	1024,7	1147,4	1220,6	1273,5
Ernterückstände 2010	1059,9	1082,6	1032,3	934,7	1158,7	1129,0	1064,2	1177,0	1256,5	
N-Fixierung 2011	95,6	102,3	97,5	95,5	91,8	94,7	92,7	83,2	76,4	78,5
N-Fixierung 2010	95,6	102,3	97,5	95,5	91,8	94,7	92,7	83,2	76,4	
Indirekt, Deposition 2011	510,5	517,3	505,8	503,3	501,5	496,6	490,9	495,1	503,7	512,8
Indirekt, Deposition 2010	503,8	512,6	501,9	498,0	497,4	491,8	488,1	491,0	498,5	
Ind., Auswaschung 2011	1081,4	1047,4	1011,5	977,2	1045,0	1026,5	1000,5	985,7	1060,1	1006,1
Ind., Auswaschung 2010	1173,8	1141,9	1103,2	1073,3	1135,5	1117,5	1092,3	1076,7	1152,6	
Klärschlamm 2011	33,0	29,9	28,2	29,3	28,3	27,4	27,0	26,0	27,7	27,7
Klärschlamm 2010	33,0	29,9	28,2	29,3	28,3	27,4	27,0	26,0	26,0	

Die oben angeführten und die in den Kapiteln 6.2.2 und 6.3.4.2 beschriebenen Modifikationen führen insgesamt zu N₂O-Emissionen, die niedriger liegen als in der Resubmission 2010, wie Tabelle 187 zeigt.

Tabelle 187: Vergleich der 2010 und 2011 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 2011	161,5	150,3	144,3	144,3	134,3	141,5	143,3	143,6	144,5	147,4
EN₂₀ gesamt 2010	173,2	160,9	154,7	154,1	144,3	151,5	153,3	153,3	154,1	157,5
Mineraldünger 2011	41,0	38,2	36,6	34,3	30,5	33,8	33,4	33,2	33,7	35,9
Mineraldünger 2010	42,5	39,5	37,9	35,6	31,7	35,1	34,7	34,5	35,1	37,4
Wirtschaftsdünger 2011	18,1	16,3	16,0	16,0	16,3	16,3	16,4	16,2	16,2	16,1
Wirtschaftsdünger 2010	23,3	21,1	20,7	20,6	20,8	20,8	20,9	20,5	20,5	20,6
Weidegang 2011	6,7	6,3	6,3	6,4	5,6	5,7	5,8	5,7	5,6	5,6
Weidegang 2010	6,8	6,4	6,4	6,5	5,7	5,8	5,9	5,8	5,8	5,8
Ernterückstände 2011	20,2	19,3	17,7	19,9	17,8	18,8	20,0	20,7	20,6	20,7
Ernterückstände 2010	21,3	20,3	18,6	20,6	18,5	19,5	20,7	21,4	21,2	21,2
Organische Böden 2011	16,7	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6
Organische Böden 2010	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4
N-Fixierung 2011	2,8	2,0	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,1	2,3	2,1
N-Fixierung 2010	2,8	2,0	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,1	2,3	2,1
Indirekt, Deposition 2011	9,5	8,6	8,3	8,3	8,0	8,1	8,1	8,0	8,1	8,1
Indirekt, Deposition 2010	9,0	8,2	8,0	8,0	7,7	7,9	7,9	7,8	7,9	8,0
Ind., Auswaschung 2011	46,0	42,5	40,5	40,5	37,3	39,7	40,3	40,5	40,7	41,8
Ind., Auswaschung 2010	50,5	46,7	44,5	44,3	41,2	43,6	44,1	44,2	44,4	45,5
Klärschlamm 2011	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6
Klärschlamm 2010	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 2011	149,3	145,6	141,2	137,2	144,8	142,6	139,4	137,8	146,2	140,3
EN₂₀ gesamt 2010	159,2	155,8	151,2	147,7	154,8	152,5	149,6	147,7	156,5	
Mineraldünger 2011	38,0	34,7	33,7	33,6	34,3	33,5	33,5	30,0	34,0	28,8
Mineraldünger 2010	39,6	36,3	35,2	35,1	35,9	34,9	35,0	31,4	35,5	
Wirtschaftsdünger 2011	15,8	16,0	15,7	15,6	15,3	15,4	15,1	15,3	15,4	15,5
Wirtschaftsdünger 2010	20,3	20,6	20,1	19,9	19,6	19,7	19,3	19,6	19,7	
Weidegang 2011	5,5	5,6	5,4	5,3	5,2	5,2	5,1	5,1	5,1	5,1
Weidegang 2010	5,7	5,8	5,6	5,5	5,5	5,4	5,3	5,3	5,4	
Ernterückstände 2011	20,4	20,8	19,9	17,5	22,3	21,6	20,1	22,5	24,0	25,0
Ernterückstände 2010	20,8	21,3	20,3	18,4	22,8	22,2	20,9	23,1	24,7	
Organische Böden 2011	16,5	16,5	16,5	16,5	16,4	16,4	16,3	16,3	16,2	16,2
Organische Böden 2010	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,3	16,2	16,2	
N-Fixierung 2011	1,9	2,0	1,9	1,9	1,8	1,9	1,8	1,6	1,5	1,5
N-Fixierung 2010	1,9	2,0	1,9	1,9	1,8	1,9	1,8	1,6	1,5	
Indirekt, Deposition 2011	8,0	8,1	7,9	7,9	7,9	7,8	7,7	7,8	7,9	8,1
Indirekt, Deposition 2010	7,9	8,1	7,9	7,8	7,8	7,7	7,7	7,7	7,8	
Ind., Auswaschung 2011	42,5	41,1	39,7	38,4	41,0	40,3	39,3	38,7	41,6	39,5
Ind., Auswaschung 2010	46,1	44,9	43,3	42,2	44,6	43,9	42,9	42,3	45,3	
Klärschlamm 2011	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Klärschlamm 2010	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	

6.5.6 Geplante Verbesserungen (4.D)

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.

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.

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.

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)

Für die vorliegende Submission wurde die Berichterstattung im CRF Sektor 5 gegenüber den Vorjahren grundlegend verändert. Diese Systemumstellung war nötig, da die bisherige Vorgehensweise zu Inkonsistenzen in der Ausweisung von Landnutzungs- und Landnutzungsänderungsflächen, als auch und der entsprechenden Zeitreihen führte. Außerdem war die bisherige Vorgehensweise Ursache für Inkonsistenzen zwischen KP-LULUCF- und UNFCCC-Berichterstattung, die somit nicht regelkonform waren. Um diese Unstimmigkeiten zu beheben wurde dem Klimasekretariat ein Aktionsplan (s. Kap. 19.5.2.7) vorgelegt. Die für diesen Bericht vorgenommene Systemumstellung im Sektor LULUCF bzw. KP – LULUCF ist Teil der Umsetzung dieses Plans.

So wurde zur Ausweisung der Landnutzung und Landnutzungsänderung in Deutschland für das vorliegende Inventar LULUCF erstmalig ein Mischansatz gewählt, der die Ergebnisse der Stichprobeninventur im Forstbereich (BWI, s. Kapitel 7.2) mit denen des GIS-gesteuerten „wall to wall“ – Ansatzes für die Flächen außerhalb des Waldes verbindet (Kapitel 7.3 - 7.7). Diese Prämisse war erforderlich, um die räumliche und zeitliche Konsistenz zwischen KP- und UNFCCC – Berichterstattung zu gewährleisten, so dass im Zusammenhang mit der Flächenausweisung, in allen Kategorien die den Wald betreffen (Kategorie Verbleibender Wald und die Umwandlungen von und zu Wald), die Daten der Bundeswaldinventur Grundlage der Berichterstattung LULUCF waren.

Zudem wurden die Landnutzung und Landnutzungsänderungen für den Zeitraum 1990 bis 2000 vollständig rekalkuliert, da es bisher zu Inkonsistenzen bei der Ausweisung von Landnutzungs- und Landnutzungsänderungsflächen in den CRF-Sektoren 5.B – bis 5.F aufgrund der Nutzung unterschiedlicher Datenquellen kam.

Auch wenn dieser für diese Submission gewählte Ansatz nun räumlich und zeitlich konsistent ist, stellt er nur eine Zwischenlösung dar. Deutschland wird das Berichtssystem LULUC in den nächsten zwei Jahren umstellen, zu Zwecken der:

- Vereinheitlichung,
- Vermeidung von Artefakten durch Mischung unterschiedlicher Ansätze,
- möglichst genauen und einheitlichen Darstellung des gesamten Berichtszeitraumes, insbesondere auch für die Jahre 1990 – 2000,
- Herstellung vollständiger Konsistenz zwischen KP- und UNFCCC-Berichterstattung und
- Vereinfachung.

Zur besseren Orientierung geben die folgenden Abbildungen einen Überblick über die komplexen Zusammenhänge des deutschen LULUCF – Berichtsystems. Abbildung 46 zeigt zusammengefasst die Datenquellen, Aktivitätsdaten, Emissionsfaktoren, sowie die Zuordnung der Landnutzungskategorien und Unterkategorien zu den IPCC-Kategorien, Abbildung 47 die möglichen Landnutzungsänderungen und die damit in Verbindung stehenden Algorithmen zur Berechnung der Emissionen bzw. Einbindung von CO₂. In den Kapitel 7.2 – 7.7 und 19.5 werden Datenquellen und Methodik des Berichtsystems ausführlich beschrieben.

	Flächendaten	Biomassedaten	Bodendaten
Forst	Alte Länder: BWI 1 + 2 Neue Länder: Fernerkundung + BWI 2	Alte Länder: BWI 1 + 2 + Inventurstudie 2008 Neue Länder: Datenspeicher + BWI 2 + IS08	BZE 1 + 2 + Biosoil Org. Böden: IPCC Standard
Ackerland Annuelle Kulturen Gartenbau Sonderkulturen	ATKIS seit 2000 1990 – 2000 Rück-Extrapolation in LULUC	Erträge aus Agrarstatistik	Mineralböden: Bodentyp aus BÜK 1000, bodentypspezifische C-Vorräte, Verschneidung mit ATKIS pro Unterklasse Organische Böden: nationale Emissionsfaktoren
Grünland Wiesen und Weiden Heideland Gehölze		IPCC Standard	
		Mittlere Erträge (konstant)	
Feuchtgebiete Moor Sumpf und Ried Torfabbau Offene Wasserfläche		IPCC Standard	
		Expertenschätzung	
Siedlungen 11 Unterklassen		Null	
Sonstiges (ungenutzt)	Null, Mischungen aus Wald und Grünland	Null	Wie Acker, Grünland, Feuchtgebiete
		Null	

Anm.: Querstriche bei den Daten grenzen die Kategorien und Subkategorien ab, auf die sich die jeweilige Methodik bezieht (z.B. Biomassedaten für Ackerland: Annuelle Kulturen und Gartenbau durch Erträge aus Agrarstatistik; Sonderkulturen aus IPCC Standard).

Abbildung 46: Überblick über Landnutzungskategorien und Subkategorien sowie Datenquellen, Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren im Deutschen Berichtssystem LULUCF

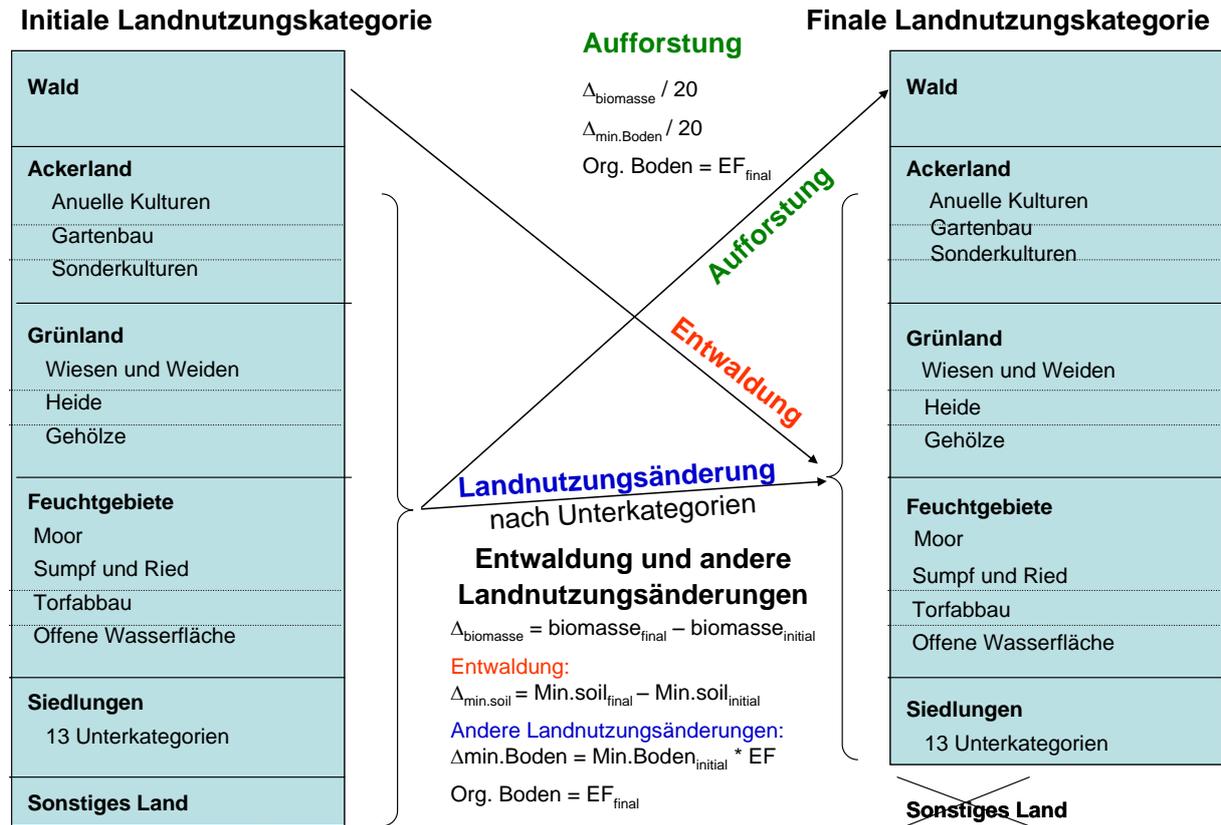


Abbildung 47: Überblick über mögliche Landnutzungsänderungen und damit verbundene Algorithmen zur Abschätzung der damit in Verbindung stehenden Emissionen der Einbindung von CO₂.

Abbildung 48 zeigt die Entwicklung der Emissionen aus dem LULUCF-Sektor. Die Änderung von einer Senke zur Quelle ist im Wesentlichen auf einen deutlichen Rückgang der senkenfunktion des Waldes zurückzuführen. Der leichte Anstieg im LULUCF-Sektor auf eine deutliche Zunahme der Emissionen aus dem Grünland. Näheres wird in den betreffenden Kapiteln ausgeführt.

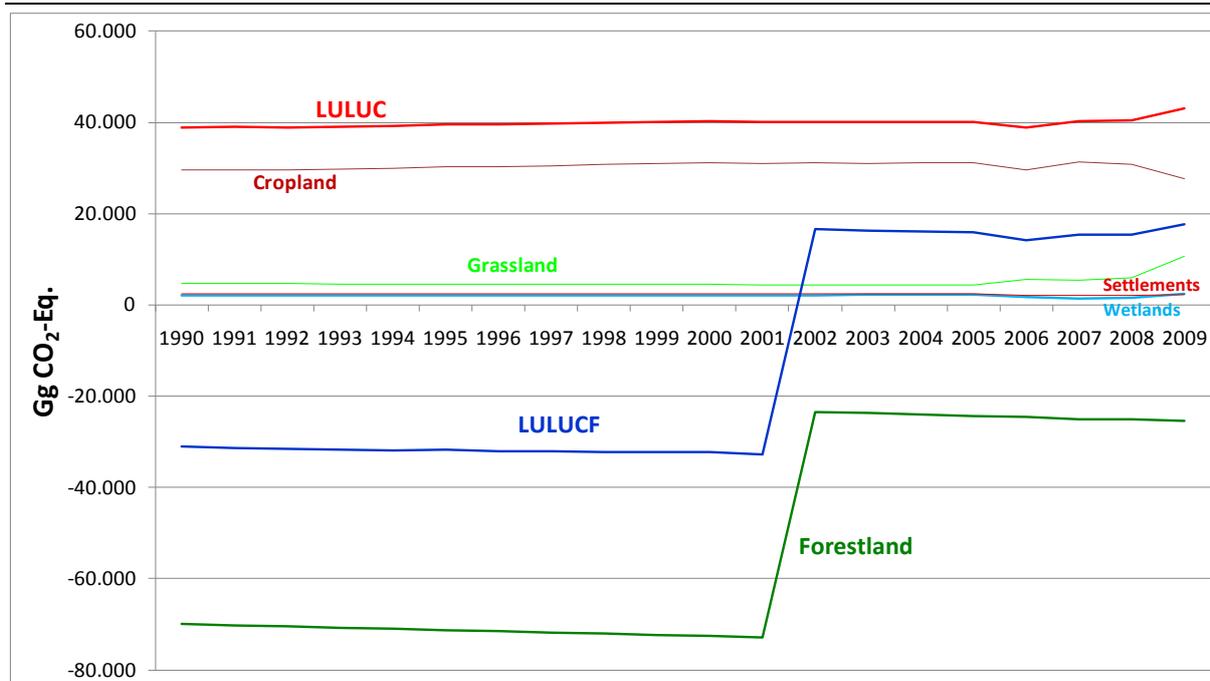


Abbildung 48: Emissionsentwicklung im LULUCF-Sektor seit 1990

7.2 Wälder(5.A)

7.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (5.A)

CRF 5.A										
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend						
Forest Land	l / t / T2	CO ₂	5,74 %	2,72 %	-52,7 %					
Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS	D				D				
EF Unsicherheiten in %		50				50				
Unsicherheitenverteilung		N				N				
Methode EF-Ermittlung	CS/T2 ₆₀	T1				T1/T2				

Die Quellgruppen Forest Land remaining Forest Land (5.A.1) und *Land converted to Forest Land* (5.A.2) sind für CO₂-Emissionen Hauptquellgruppen nach GPG-LULUCF (IPCC, 2003).

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.

⁶⁰ 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.

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. Sie 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 mindestens 20 Jahre lang in dieser Kategorie und geht dann in die Kategorie „verbleibende Waldfläche“ über.

Es ist zu beachten, dass die C-Vorräte der Biomasse vorheriger Landnutzungen abgezogen werden. Diese Zahlen wurden vom Institut für Agrarrelevante Klimaforschung (vTi-AK) des vTI berechnet. 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 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 Monitoring⁶¹: Inputs für die Nationale Treibhausgasberichterstattung (GSE FM-INT)
- Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS®)
- 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 wurde⁶². Die erste Bundeswaldinventur (BWI 1) erstreckte sich nur über das

⁶¹ GSE =GMES Services Elements

GMES = Global Monitoring for Environment and Security

⁶² weitere Informationen: <http://www.bundeswaldinventur.de>

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).

Um aktuelle Daten zum Zustand des Waldes zum Beginn der Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls zu ermitteln, wurde im Jahr 2008 auf einem Stichprobennetz von 8 km x 8 km die Inventurstudie 2008 (IS08), eine Zwischeninventur in Anlehnung an die Bundeswaldinventur, durchgeführt (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 Unterschiede in der Stichprobenanzahl zwischen beiden Inventuren erklären 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 (UN-ECE 2006) an 425 Punkten in einem Raster von 16 km x 16 km durchgeführt. Probenahme- und Analysemethodik entsprachen der BZE II-Methodik. Die Rasterpunkte der drei Inventuren lagen zum Großteil jeweils innerhalb eines Radius von 30 m. Bei ca. 400 Punkten ist es zu einer systematischen Rasterverschiebung gegenüber der BZE I gekommen.

Während für die BZE I eine Datenbank mit ca. 1800 Punkten vorliegt, für die Kohlenstoffvorräte für die Streu und den Mineralboden (0 – 30 cm) berechnet wurden (WOLFF & RIEK 1996), ist die Übermittlung der Daten aus den BZE II-Erhebungen von den Bundesländern an eine gemeinsame Bundesdatenbank gegenwärtig noch nicht abgeschlossen. Für die BZE II liegen Daten von ca. 950 Rasterpunkten für die Kohlenstoffvorratsberechnung vor. Zusammen mit den BioSoil-Datensätzen ergaben sich ca. 1100 Rasterpunkte an denen für die Jahre 2006 und 2007 Vorräte berechnet werden konnten. Die Analysen und deren Bewertung mit den Länderexperten sind noch nicht abgeschlossen.

7.2.2.3 GSE Forest Monitoring: Inputs für die Nationale Treibhausgasberichterstattung

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. Unter Leitung und Kontrolle der Europäischen Union in partnerschaftlicher Zusammenarbeit mit den Mitgliedstaaten und der ESA wird mit GMES hauptsächlich das Ziel verfolgt, Informationsdienste bereitzustellen, die präzise Daten und Informationen in den Bereichen Umwelt und Sicherheit zugänglich machen und auf den Bedarf der Nutzer zugeschnitten sind. 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 Landnutzungsänderungen 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 im Kapitel 19.5.1.1 zu finden.

7.2.2.4 Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS®)

Das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem wurde zum Zwecke der digitalen Haltung der Ergebnisse der topographischen Landesaufnahme und der amtlichen topographischen Karten von den Landesvermessungsämtern und dem Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) aufgebaut. Es wird ständig weiterentwickelt und durch neu erfasste Landnutzungsänderungen bei den Landesvermessungsämtern ergänzt. Eine weiterführende Beschreibung findet sich im Kapitel 19.5.2.1.1.3.

7.2.3 Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssystemen und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.A)

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, Wildäsungsplätze, 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.

Allerdings wurde abweichend zur Walddefinition der Bundeswaldinventur Flächen, die nach der BWI als Wald zählen, aber dort als Waldkategorie Nichtholzboden erfasst wurden und somit unbestockt sind, bei der Kohlenstoffvorrats- und -änderungsrechnung nicht berücksichtigt.

Es ist zu beachten, dass nach den IPCC GPG-LULUCF (2003) Neuwald mindestens 20 Jahre lang in dieser Kategorie bleibt und erst dann in die Kategorie „verbleibende Waldfläche“ übergeht. Da keine gesamtdeutschen Daten für die Aufforstungsfläche vor 1990 zur Verfügung stehen, können erst ab dem Zeitpunkt 1990 Neuwaldflächen berücksichtigt werden. Deshalb steigen die Flächen in den verschiedenen Landnutzungskategorien, die jeweils in Wald umgewandelt werden (= Neuwald), kontinuierlich an.

7.2.3.1 Bestimmung der Waldfläche und der Veränderung für die alten Bundesländer

Die Daten der BWI 1 wurden auf dem Gebiet der alten Bundesländer zum Stichjahr 1987 erfasst. Zum Stichjahr 2002 wurden im Rahmen der BWI 2 diese Stichprobenpunkte wiederholt aufgenommen und zusätzlich die Waldflächen der neuen Bundesländer erstmalig inventarisiert. Dadurch kann die Waldflächenveränderung inklusive der Umwandlung von bzw. in andere Landnutzungskategorien für die alten Bundesländer auf Basis der BWI quantifiziert werden. Dies erfolgt durch die Bestimmung der Landnutzungskategorien des Stichprobenpunktes zum Zeitpunkt der BWI 1 und der BWI 2 und der daraus abzuleitenden gleichbleibenden oder sich ändernden Landnutzung. Jeder Stichprobenpunkt repräsentiert eine Fläche, über die die Waldfläche bzw. Flächenveränderung bestimmt werden kann. Für die neuen Bundesländer liegt nur die Erfassung des Zustandes zum Zeitpunkt 2002 vor, so dass mittels dieser Methode keine Veränderungen der Waldflächen hergeleitet werden können (siehe Kapitel 7.2.3.2).

Die Entwicklung der Gesamtwaldfläche und der einzelnen Veränderungskategorien wurde mittels Interpolation für den Zeitraum 1987 und 2002 ausgehend von den Daten der BWI 1 und BWI 2 abgeleitet. Für diesen Zeitraum wurde für jedes Jahr die gleiche Veränderungsrate zu Grunde gelegt. Dabei finden sich gegenseitig kompensierende Entwicklungen keine Berücksichtigung. Diese Veränderungen werden bis 2009 extrapoliert. In Tabelle 188 ist die Flächenmatrix für die verbleibende Waldfläche und für die Aufforstungsflächen jährlich von 1990 bis 2009 für die alten Bundesländer zusammengefasst. Zu beachten ist, dass die Flächen der Veränderungskategorien akkumuliert werden, da diese 20 Jahre in der entsprechenden Kategorie verbleiben. Die Flächenveränderungen von Wald zu anderen Landnutzungskategorien sind in Tabelle 189 zu finden. Da diese Flächen nicht akkumuliert werden, kann eine jährliche Veränderungsfläche für die Periode 1990 bis 2009 angegeben werden.

Tabelle 188: Waldfläche, verbleibender Wald und Flächenveränderungen von anderen Landnutzungskategorien zu Neuwald für die alten Bundesländer von 1990 bis 2009

Year	Forest Area [ha]	Forest Land remaining Forest Land [ha]	Cropland converted to Forest Land [ha]	Grassland converted to Forest Land [ha]	Wetlands converted to Forest Land [ha]	Settlements converted to Forest Land [ha]	Other Land converted to Forest Land [ha]
1990	7.881.966	7.872.944	1.977	3.669	1.166	2.209	0
1991	7.885.538	7.867.494	3.955	7.338	2.333	4.418	0
1992	7.889.110	7.862.043	5.932	11.007	3.499	6.627	0
1993	7.892.681	7.856.592	7.910	14.675	4.666	8.836	0
1994	7.896.253	7.851.142	9.887	18.344	5.832	11.045	0
1995	7.899.824	7.845.691	11.865	22.013	6.999	13.254	0
1996	7.903.396	7.840.241	13.842	25.682	8.165	15.463	0
1997	7.906.968	7.834.790	15.820	29.351	9.332	17.672	0
1998	7.910.539	7.829.339	17.797	33.020	10.498	19.881	0
1999	7.914.111	7.823.889	19.775	36.689	11.665	22.090	0
2000	7.917.682	7.818.438	21.752	40.357	12.831	24.299	0
2001	7.921.254	7.812.988	23.730	44.026	13.998	26.508	0
2002	7.924.825	7.807.537	25.707	47.695	15.164	28.717	0
2003	7.928.397	7.802.086	27.685	51.364	16.331	30.926	0
2004	7.931.969	7.796.636	29.662	55.033	17.497	33.135	0
2005	7.935.540	7.791.185	31.640	58.702	18.664	35.344	0
2006	7.939.112	7.785.735	33.617	62.370	19.830	37.553	0
2007	7.942.683	7.780.284	35.595	66.039	20.997	39.762	0
2008	7.946.255	7.774.833	37.572	69.708	22.163	41.971	0
2009	7.949.827	7.769.383	39.550	73.377	23.330	44.180	0

Tabelle 189: Jährliche Flächenveränderungen von Wald zu anderen Landnutzungskategorien für die alten Bundesländer

Period	Forest Land converted to Cropland [ha a ⁻¹]	Forest Land converted to Grassland [ha a ⁻¹]	Forest Land converted to Wetlands [ha a ⁻¹]	Forest Land converted to Settlements [ha a ⁻¹]	Forest Land converted to Other Land [ha a ⁻¹]
1990-2009	369	1.705	631	2.746	0

7.2.3.2 Bestimmung der Waldfläche und der Veränderung für die neuen Bundesländer

Die GSE-Karten (siehe Kapitel 7.2.2.3) enthalten die Flächenveränderungen der neuen Bundesländer von 1990 bis 2005/06. Die einzige Ausnahme bildet die Erfassung der Flächenveränderungen für den Osten des Bundeslandes Sachsens, welche für den Zeitraum von 1990 bis 2002 erfasst wurden. Für die einzelnen Jahre wurde analog zum Vorgehen bei den alten Bundesländern eine konstante jährliche Veränderung angenommen und mittels Interpolation zwischen den Jahren 1990 und 2005 und Extrapolation zwischen 2005 und 2009 berechnet. Die Flächen in den neuen Bundesländern für den verbleibenden Wald und den Neuwald sind für jedes Jahr von 1990 bis 2009 in Tabelle 194 zusammengefasst. Da Neuwaldflächen 20 Jahre in der entsprechenden Veränderungskategorie verbleiben, werden die Flächen akkumuliert. Die Flächenveränderungen von Wald zu anderen

Landnutzungskategorien sind in Tabelle 191 zu finden. Da diese Flächen nicht akkumuliert werden, kann eine jährliche Veränderungsfläche für die Periode 1990 bis 2009 angegeben werden.

Tabelle 190: Waldflächen verbleibender Wald und Flächenveränderungen von anderen Landnutzungskategorien zu Neuwald für die neuen Bundesländer von 1990 bis 2009

Year	Forest Area [ha]	Forest Land remaining Forest Land [ha]	Cropland converted to Forest Land [ha]	Grassland converted to Forest Land [ha]	Wetlands converted to Forest Land [ha]	Settlements converted to Forest Land [ha]	Other Land converted to Forest Land [ha]
1990	3.134.785	3.125.956	224	8.434	41	129	0
1991	3.142.087	3.124.429	449	16.869	82	258	0
1992	3.149.389	3.122.903	673	25.303	123	387	0
1993	3.156.691	3.121.376	897	33.738	164	517	0
1994	3.163.994	3.119.850	1.122	42.172	204	646	0
1995	3.171.296	3.118.323	1.346	50.606	245	775	0
1996	3.178.598	3.116.797	1.570	59.041	286	904	0
1997	3.185.900	3.115.270	1.795	67.475	327	1.033	0
1998	3.193.202	3.113.744	2.019	75.910	368	1.162	0
1999	3.200.505	3.112.217	2.243	84.344	409	1.291	0
2000	3.207.807	3.110.691	2.468	92.778	450	1.421	0
2001	3.215.109	3.109.164	2.692	101.213	491	1.550	0
2002	3.222.411	3.107.637	2.916	109.647	532	1.679	0
2003	3.229.714	3.106.111	3.141	118.082	573	1.808	0
2004	3.237.016	3.104.584	3.365	126.516	613	1.937	0
2005	3.244.318	3.103.058	3.589	134.950	654	2.066	0
2006	3.251.620	3.101.531	3.814	143.385	695	2.195	0
2007	3.258.922	3.100.005	4.038	151.819	736	2.325	0
2008	3.266.225	3.098.478	4.262	160.254	777	2.454	0
2009	3.273.527	3.096.952	4.487	168.688	818	2.583	0

Tabelle 191: Jährliche Flächenveränderungen von Wald zu anderen Landnutzungskategorien für die neuen Bundesländer

Period	Forest Land converted to Cropland [ha a ⁻¹]	Forest Land converted to Grassland [ha a ⁻¹]	Forest Land converted to Wetlands [ha a ⁻¹]	Forest Land converted to Settlements [ha a ⁻¹]	Forest Land converted to Other Land [ha a ⁻¹]
1990-2009	23	85	105	1.314	0

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 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 $47,9 \text{ Mio m}^3$ (Vfm) pro Jahr geerntet; in der Inventurperiode 2002 – 2008 dagegen rund $89,0 \text{ Mio m}^3$ (Vfm).

Die Einschlagsstatistik für die gesamte Bundesrepublik– welche jedoch verzerrte Werte wiedergibt (siehe Dieter 2005)– weist einen ähnlichen Trend mit durchschnittlich 39 Mio m^3 (Efm) in der Periode 1991 – 2001 und durchschnittlich 58 Mio m^3 (Efm) in der Periode 2002 – 2008 auf (siehe Tabelle 189).

Tabelle 192: Rohholzaufkommen nach Holzeinschlagsstatistik des Statistischen Bundesamtes (Destatis)

Jahr	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Rohholzaufkommen (Mio m ³)	35,6	34,3	37,1	40,0	37,0	38,2	39,1	37,6	53,7	39,1
Jahr	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Rohholzaufkommen (Mio m ³)	42,4	51,2	54,5	56,9	62,3	76,7	55,4	48,1	39,5	

In Abbildung 49 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 ein Nettosenke für Kohlenstoff.

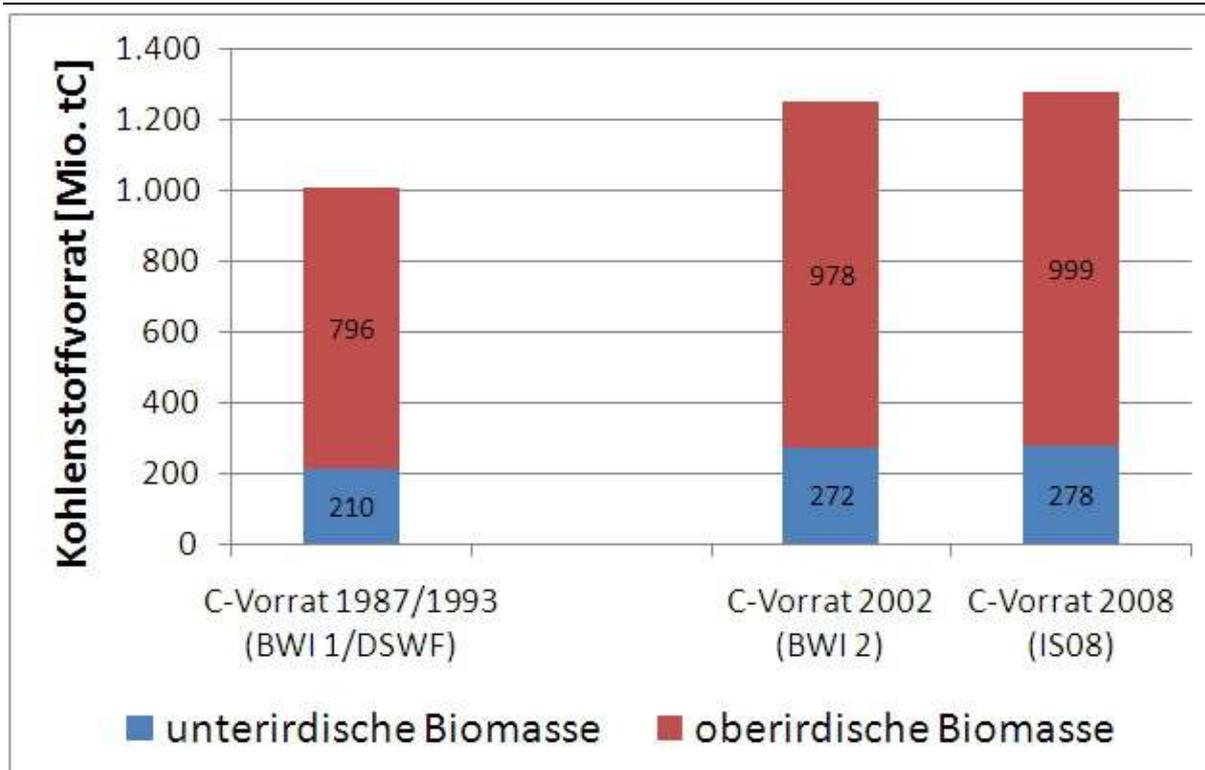


Abbildung 49: Kohlenstoffvorräte für die unterirdische und oberirdische Biomasse im Wald für die Jahre 1987/1993, 2002 und 2008

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 2009 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, weshalb die Fläche jedes Jahr zunimmt. Bei den jährlich hinzukommenden Flächen ist der C-Vorratsverlust von der Vornutzung zu berücksichtigen, der sofort als Emission gewertet wird. In Tabelle 193 sind die C-Vorräte der Vornutzung zusammengefasst, die vom Institut für Agrarrelevante Klimaforschung (vTI-AK) ermittelt wurden (siehe Kapitel 7.3.4.3).

Tabelle 193: Kohlenstoffvorräte der Vornutzung

Zeitraum [Jahr]	C-Vorräte [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]
1990-2005	18,94
2006	18,56
2007	16,65
2008	20,25
2009	20,29

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.

Im Rahmen forstlicher Inventuren werden Volumengrößen erhoben, oft noch konzentriert auf nutzbare Dimensionen. Für die Treibhausgasberichterstattung wird jedoch die Masse an Kohlenstoff in den Bäumen benötigt, die nicht direkt messbar ist. 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 Derbholtzvolumen in das oberirdische Baumholzvolumen expandiert wird. Zum oberirdischen Baumholzvolumen gehören die Äste sowie bei immergrünen Baumarten die Blattorgane. Die Schätzung des Baumholzvolumens aus dem Derbholtzvolumen erfolgt mithilfe von Regressionsbeziehungen, die den Zusammenhang zwischen dem oberirdischen Derbholtzvolumen 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 ermöglicht werden. 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 9 und Gleichung 10 der C-Vorratsbestimmung nach der Stock-Change-Method wurde daher nach PISTORIUS et al. (2006) in die Form nach Gleichung 11 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 16.

Gleichung 9

$$\Delta C = (C_{t_2} - C_{t_1}) / (t_2 - t_1)$$

Gleichung 10

$$C = (D * rd * BEF) * (1 + R) * CF$$

Gleichung 11

$$C = (D * rd_{stamm} + D * rd_{ast} * (VEF - 1)) * (1 + R) * CF$$

mit:

<i>C</i>	= Kohlenstoffvorrat
<i>t</i>	= Zeitpunkt einer Inventur
<i>D</i>	= Derbholzvolumen
<i>rd_{stamm}</i>	= Stamm-Raumdichte
<i>rd_{ast}</i>	= Ast-Raumdichte
<i>BEF</i>	= Biomasseexpansionsfaktor

<i>VEF</i>	= Volumenexpansionsfaktor ⁶³
<i>R</i>	= Wurzel/Spross-Verhältnis
<i>CF</i>	= 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 (*D7*) mit Hilfe der BWI-Volumenfunktionen hergeleitet. Die Konvertierung von Derbholzvolumen *D* in Biomasse (in Tonnen) erfolgt über baumartengruppenspezifische Raumdichtewerte $r_{d\text{stamm}}$, welche durch die Funktion

Gleichung 12

$$r = r_0(1 - \beta_V / 100)$$

mit:

<i>r</i>	= Raumdichte
<i>r₀</i>	= Rohdichte
β_V	= Volumenschwundmaß

in Abhängigkeit des Volumenschwundmaßes aus den in KOLLMANN (1982) genannten Rohdichten hergeleitet wurden. Die Rohdichten nach KOLLMANN (siehe Tabelle 194) 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 194 auch Raumdichten nach IPCC und von KNIGGE & SCHULZE (1966) aufgeführt. Diese sind mit denen von KOLLMANN (1982) vergleichbar, liefern aber keine Fehlerangaben.

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.

Tabelle 194: 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 Derbhohlvolumens D zu oberirdischem Baumholzvolumen B wurde über die in PISTORIUS et al. (2006) veröffentlichten Funktionen zur Herleitung von Volumenexpansionsfaktoren (VEF) in der Form

Gleichung 13

$$VEF = B / D = (a + bD) / D$$

realisiert. Die Parameter a und b zur Berechnung der VEF sind in Tabelle 195 aufgeführt.

Tabelle 195: 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 zerstreuporige Laubhölzer einteilt. In der Tabelle 196 sind Mittelwerte für 8 Koniferen, 8 ringporige Laubhölzer und 4 zerstreuporige Laubhölzer dargestellt. Es wurde ein Verhältnis für diese physiologischen Baumartengruppen abgeleitet und die Raumdichten nach KOLLMANN (1982) entsprechend erhöht.

Tabelle 196: Raumdichten für Astholz

	Stammholz [g/cm ³]	Astholz [g/cm ³]	Verhältnis Ast/Stamm-Dichte
Koniferen	0,36	0,49	1,34
Zerstreuporige 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 14

$$B_o = D * rd_{stamm} + D * \left(\frac{a + bD}{D} - 1 \right) * rd_{ast}$$

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 197). 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.

Eine weitere Möglichkeit die unterirdische Biomasse zu berechnen sind Wurzelbiomassefunktionen. 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 197: Wurzel/Spross- Verhältnis (root/shoot-ratio) auf Bestandesebene nach IPCC (2003)

Vegetationstyp	Oberirdische Biomasse [t ha ⁻¹]	Mittelwert	Standardfehler	unterer Bereich	oberer Bereich
Nadelbäume Plantagen	<50	0,46	0,21	0,21	1,06
	50-150	0,32	0,08	0,24	0,50
	>150	0,23	0,09	0,12	0,49
Eichenwald	>70	0,35	0,25	0,20	1,16
andere Laubbaumarten	<75	0,43	0,24	0,12	0,93
	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. Es handelt sich hierbei 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 15

$$Y_{lc} = \frac{\sum_{m=1}^M I_{l,c,m} Y_{l,c,m}}{M_{l,c}}$$

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 16

$$\hat{Y}_l = \frac{\sum_{c_l=1}^{C_l} M_{l,c} Y_{lc}}{\sum_{c_l=1}^{C_l} M_l}$$

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 17

$$\hat{Y}_{st} = \sum_{l=1}^L \hat{Y}_l \frac{\lambda(U_l)}{\lambda(U)}$$

Das Total einer Zustandsschätzung ergibt sich durch Multiplikation des Gesamtschätzers mit der Gesamtfläche $\lambda(U)$.

Gleichung 18

$$\hat{Y}_{st} = \hat{Y}_{st} \lambda(U)$$

Der (wald-) flächenbezogene Mittelwert ist definiert als Quotienten- oder Ratioschätzer (\hat{R}_{st}) aus:

Gleichung 19

$$\hat{R}_{st} = \frac{\hat{Y}_{st}}{\lambda(U_{Wald})}$$

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 20

$$\hat{G}_l = \hat{Y}_l^{(t_2)} - \hat{Y}_l^{(t_1)}$$

Die Schätzung der Gesamtveränderung über die Straten hinweg für die gesamte Aussageeinheit erfolgt analog zu Gleichung 17. Die Schätzung des Veränderungstotals berechnet sich nach Gleichung 18. Die Veränderung des flächenbezogenen Mittelwertes ergibt sich aus:

Gleichung 21

$$\hat{G}_{Rst} = \hat{R}_{st}^{(t_2)} - \hat{R}_{st}^{(t_1)}$$

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 Veränderungsdaten, 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 22

$$EF = \hat{R}_{st}^{(t_1, t_2)} / a$$

Im Falle einer nötigen 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 Schnittflächendurchmesser (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 23 (IPCC, 2003, Gleichung 3.2.12) berechnet und beträgt $0,09375 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Gleichung 23

$$\Delta C_{FFDW} = \frac{A * (B_{t_2} - B_{t_1})}{T} CF$$

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 ab 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 und in den CRF-Tabellen wird NO (nicht vorkommend) angegeben.

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 2009. 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 II und von BioSoil verwendet. Danach beträgt der mittlere Kohlenstoffvorrat in der Streu für das Stichjahr 2006 $19,8 \text{ MgC ha}^{-1}$ (siehe Kapitel 7.2.4.3.3). Dieser Kohlenstoffvorrat in der Streu wird auch für den Zeitraum von 1990 bis 2009 als Berechnungsgrundlage für Aufforstungsflächen herangezogen.

Auf den aufgeforsteten Flächen bildet sich erst nach und nach eine Streuschicht. Deshalb wurde angenommen, dass sich erst nach 40 Jahren ein mittlerer Kohlenstoffvorrat von $19,8 \text{ MgC ha}^{-1}$ in der Streu einstellt. Es wurde ein jährlicher Kohlenstoffaufbau in der Streu von $0,5 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ angenommen. 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 Streuvorräte von 1990 (BZE I) und 2006 (BZE II/BioSoil)

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 (KÖNIG et al. 2005). Dabei gilt, dass der Gesamtkohlenstoff (C_{ges}) gleich dem organischen Kohlenstoff (C_{org}) ist ($[C_{ges}] = [C_{org}]$). Der Kohlenstoffvorrat der Streu errechnete sich aus der Fläche des Stechrahmens sowie aus dem Gewicht und der organischen Kohlenstoffkonzentration der Streu.

In die Berechnung der Kohlenstoffvorräte der Streu gingen alle für die 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 ($n = 1486$) und BZE II / BioSoil ($n = 671$) ließen sich die C-Vorräte getrennt für Laub-, Nadel- und Mischwald angeben (siehe Tabelle 198).

Der mittlere C-Vorrat der Stichprobe betrug $19,8 \text{ Mg ha}^{-1}$ mit einem Standardfehler von $0,6 \text{ Mg ha}^{-1}$. Dieser Wert ersetzt als länderspezifischer Wert für die Streuauflage den empfohlenen Standardwert aus IPCC (2003) als Grundlage für die Berechnung von CO_2 -Emissionen aus der Streuauflage bei Entwaldung (siehe Kapitel 11.3.1.1.3) und Kohlenstoffsequestrierung in selbiger bei Aufforstungen (siehe Kapitel 7.2.4.3.2).

Tabelle 198: 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	$12,6 \pm 0,8$	$12,1 \pm 1,2$
Mischwald	$18,9 \pm 1,4$	$18,3 \pm 2,1$
Nadelwald	$26,2 \pm 0,6$	$27,1 \pm 1,1$

7.2.4.3.4 Herleitung der Kohlenstoffvorratsänderung in der Streu in dem Zeitraum von 1990 (BZE I) bis 2006 (BZE II/BioSoil)

Die Berechnung der Kohlenstoffvorratsänderungen in der Streu wurde auf 718 Beprobungspunkte beschränkt, da nur diese einen Vergleich beider Inventuren zuließen. Diese Gruppe wurde als gepaarte Stichprobe aufgefasst. Es wurde die Differenz der Vorräte gebildet und mit einem zweiseitigen T-Test für gepaarte Stichproben getestet. Die Differenzen wichen nicht signifikant von Null ab. Die durchschnittliche Änderung betrug $0,04 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ mit einem Standardfehler von $\pm 0,03 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

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 jedoch wegen der Vorläufigkeit der Ergebnisse verzichtet.

7.2.4.4.2 *Neuwaldflächen*

Für Neuwaldflächen wurden die Kohlenstoffänderungen in den mineralischen Böden vom Institut für Agrarrelevante Klimaforschung des vTI (vTI-AK) berechnet (siehe Kapitel 7.3.4.2). Die berechneten Emissionsfaktoren (Implied Emission Factors) sind in Tabelle 205 zusammengefasst und beziehen sich auf die jährliche Veränderung des Kohlenstoffvorrats der mineralischen Böden einer Landnutzungskategorie in Wald bei einem Veränderungszeitraum von 20 Jahren.

Tabelle 199: Emissionsfaktoren für mineralische Böden der Landnutzungskategorien zu Neuwald für das Jahr 2009

Landnutzungsänderung	Emissionsfaktor [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]
Cropland converted to Forest Land	0,53365
Grassland converted to Forest Land	0
Wetlands converted to Forest Land	-0,03097
Settlements converted to Forest Land	0

7.2.4.4.3 *Herleitung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen*

Die Beprobung des Mineralbodens in der für den nationalen Inventarbericht relevanten Tiefe erfolgte an den meisten BZE Punkten in Tiefenstufen von 0-5 cm, 5-10 cm und 10-30 cm. In wenigen Fällen wurde horizontweise beprobt. Bei der BioSoil-Inventur erfolgte die Beprobung in Tiefenstufen von 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm und 20-40 cm.

Mit der Beprobung wurden die Trockenrohddichte des Feinbodens (TRD_{fb}) und die Konzentration des organischen Kohlenstoffs (C_{org}) erfasst. Die Trockenrohddichte 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 Trockenrohddichte sind durch vorhandene Werte aus anderen Inventuren ersetzt worden. Dies galt ebenfalls für den zur Berechnung der TRD_{fb} und des Feinbodenvorrats notwendigem Grobbodenanteil.

Die Kohlenstoffbestimmung (C_{ges}) wurde mit vergleichbarer Methodik durchgeführt (König et al. 2005). In karbonathaltigen Böden erfolgte die Messung der organischen Kohlenstoffkonzentration (C_{org}) des Feinbodens unter Berücksichtigung des Gehalts an anorganischem Kohlenstoff (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). Hierin sind Leitbodentypen und Ausgangsgesteine der Bodenbildung nach deutscher Bodensystematik (AG BODEN 1994) und FAO Legende (FAO-UNESCO 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 24 neue Leitbodeneinheiten mit dem entsprechenden Ausgangsgestein für die flächenbezogene Auswertung zur Verfügung (siehe Tabelle 200).

Tabelle 200: Zusammengefasste Legendeneinheiten auf Grundlage der BÜK 1000

Abk.	Leitbodeneinheiten nach Substrattyp, Bodenart und Kalkgehalt
1	Regosol / Podsol-Regosol / Lockersyrosem / Braunerde-Podsol / Podsol-Braunerde aus trockenen, nährstoffarmen Sanden
2	Auenboden / Gley aus lehmigen bis tonigen Auensedimenten
3	Auenboden / Gley aus sandigen bis lehmigen, z.T. kalkhaltigen Hochflut- und Auenablagerungen
4	Braunerde / Parabraunerden / Pararendzina aus schluffig-lehmigen Deckschichten auf eiszeitlichen Schotterplatten oder sandigen Terrassenablagerungen
5	Podsol / Podsol-Braunerden / Braunerde-Podsol / Gley-Podsol aus sandigen Fluß- und Terrassenablagerungen
6	Parabraunerde / Fahlerde / Pseudogley-Parabraunerde aus Geschiebelehm
7	Parabraunerde-Tschernosem / Parabraunerde / Pseudogley / Braunerde / Pararendzina aus lehmig-sandigen, kalkhaltigen Moränenablagerungen
8	Pseudogley / Pseudogley-Tschernosem aus Geschiebelehm mit lehmig-sandiger Deckschicht
9	Podsol-Parabraunerde / Podsol-Fahlerde / Fahlerde / Braunerde aus sandigen Deckschichten über Geschiebelehm
10	Pararendzina / Regosol / Bänder-Parabraunerde im engräumigen Wechsel aus sandigen bis lehmigen Bildungen der Endmoräne
11	Podsolierte Pseudogley-Braunerde / Pseudogley-Fahlerde / Braunerde-Pseudogley / Podsol-Pseudogley aus sandigen Deckschichten über Geschiebelehm
12	Braunerde / Pseudogley aus kalkhaltigen, lehmig-sandig-kiesigen, lößvermischten Moränenablagerungen
13	Parabraunerde / Fahlerde / Pseudogley / aus lößvermischten Verwitterungsprodukten verschiedener Silikatgesteine
14	Braunerde / Parabraunerde / Fahlerde aus sandvermischem Löß oder Lößlehm
15	Braunerde / Pseudogley / Parabraunerde aus aus Löß oder Lößlehm
16	Rendzina / Braunerde-Rendzina / Braunerde / Pararendzina aus Kalk-, Mergel- und Dolomitgesteinen im Wechsel mit Terra fusca-Braunerde / Terra fusca-Parabraunerde aus schluffig-tonigen Umlagerungsprodukten der Kalksteinverwitterung
17	Pelosol-Braunerde / Pelosol-Pseudogley aus Verwitterungsprodukten von Mergel- und Tongesteinen
18	Braunerde / Braunerde-Pseudogley aus sauren bis basischen magmatischen und metamorphen Gesteinen oder basischen Tuffen, z.T. mit lößvermischten Verwitterungsprodukten
19	Braunerde / Podsolige Braunerde / Podsol-Braunerde aus sauren magmatischen und metamorphen Gesteinen oder aus Schluff-, Sand- und Tonsteinen
20	Podsolige Braunerde aus lößhaltigen Deckschichten über Sandstein und Quarzit
21	Pseudogley / Podsol-Pseudogley aus lößvermischten grusiglehmigen Deckschichten über Sandstein und Quarzit
22	Braunerde / Podsol-Braunerde / Braunerde-Rendzina / Parabraunerde im engräumigen Wechsel aus Tonschiefer, Grauwacken und Kalksteinen sowie Lößlehm über verschiedenen Gesteinen
23	Rendzina / Pararendzina / Ranker / Podsol-Braunerde / Pelosol-Braunerde / Parabraunerde / Pseudogley im engräumigen Wechsel aus Kalk- und Mergelgesteinen, Sand-, Schluff- und Tonsteinen sowie aus Lößlehm über verschiedenen Gesteinen
24	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 1096 Punkte der BZE II / BioSoil-Inventur verwendet. Für 603 Punkte 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 50 links. Student-Residuen halfen, Ausreißer zu eliminieren, die nicht mit dem Rest der Daten konsistent erschienen (siehe Abbildung 50 mitte). Außerdem wurde eine "hat matrix" erzeugt, um "leverage" Punkte zu identifizieren, die Ausreißer innerhalb der unabhängigen Variable darstellen (siehe Abbildung 50 rechts) (WEISBERG 2005).

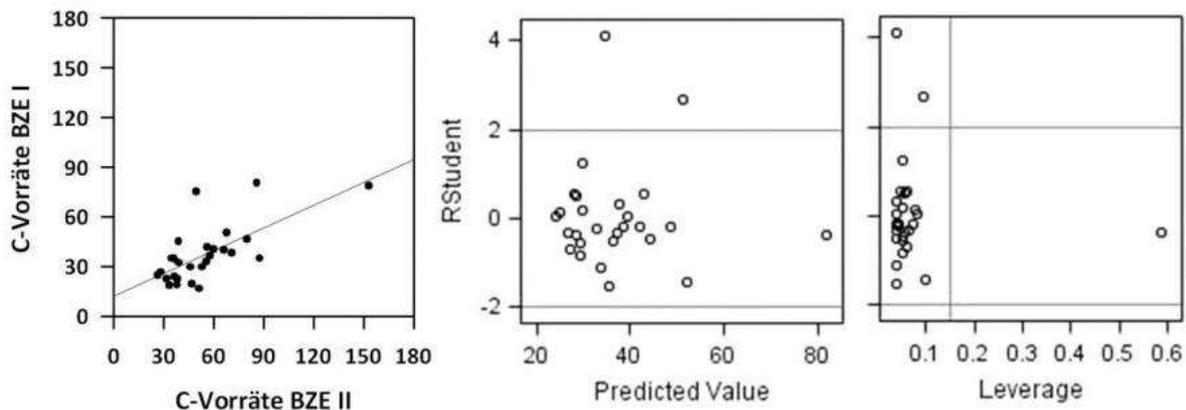


Abbildung 50: Regression zwischen C-Vorräten (0-30cm) der BZE II / BioSoil-Daten und der BZE I (links) sowie die identifizierten Ausreißer anhand der Residuen-Analyse durch Student-Residuen (mitte) und den "high leverage"-Punkten (rechts) am Beispiel der neu gebildeten Leitbodeneinheit Podsol-Parabraunerde / Podsol-Fahlerde / Fahlerde / Braunerde aus sandigen Deckschichten über Geschiebelehm.

Da einige Bundesländer das Raster zwischen BZE I und BZE II verschoben hatten, standen 280 Punkte 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 ($x \pm 2\sigma$) detektiert und anschließend entfernt worden. Danach wurden die mittleren Kohlenstoffvorräte je Leitbodeneinheit mit der Jahresdifferenz in Beziehung gesetzt. Nach Beseitigung der Ausreißer blieben 219 Punkte der BZE I und 274 Punkte der BZE II / BioSoil-Inventur übrig.

Um Kohlenstoffvorratsänderungen flächenbezogen berechnen zu können, sind die mittleren Kohlenstoffänderungsraten der neuen Leitbodeneinheiten mit der Waldfläche Deutschlands verschnitten worden. Der mittleren Kohlenstoffänderung für jede Leitbodeneinheit konnte die entsprechende Waldfläche zugeordnet werden. Nun konnte die durchschnittliche jährliche Änderung des organischen Kohlenstoffs unter Berücksichtigung der vorhandenen Waldfläche 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 betragen auf Grundlage des flächenbezogenen Ansatzes für Deutschland zum Inventurzeitpunkt der BZE I $59,4 \text{ Mg ha}^{-1}$ und zum Inventurzeitpunkt BZE II / BioSoil $68,0 \text{ Mg ha}^{-1}$, was eine jährliche Zunahme von $0,5 \text{ MgC ha}^{-1}$ bedeutet. Sowohl die Änderungsrate als auch die Gesamtvorräte

liegen in einem Bereich, der für Mitteleuropa von anderen Autoren bereits abgeschätzt wurde. Die jährliche Kohlenstoffsequestrierung des durchwurzelten Bereichs wurde zwischen $0,1 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (NABUURS & SCHELHAAS 2002) und $0,9 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (SCHULZE et al. 2000) angegeben. Die meisten Literaturwerte basieren zumeist auf modellhaften Hochrechnungen und berücksichtigen den gesamten 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 201). 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 auf. So lag die jährliche Änderungsrate der Leitbodeneinheiten 1, 5, 9, 14 über $1,0 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. 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 $0,2$ und $0,7 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ fanden sich bei mehr als der Hälfte der gebildeten Klassen. Kaum Änderungen bis hin zu einer Abnahme der Kohlenstoffvorräte zwischen beiden Inventurzeitpunkten zeigten die Klassen 4, 7, 10, 12 und 16. Bis auf die stärkeren positiven Kohlenstoffänderungsraten der eher sandigen Böden Norddeutschlands wurde bei fast allen verbleibenden Klassen die gesamte Spannbreite der Bodentypen und des Substrats abgedeckt.

Tabelle 201: Kohlenstoffvorräte zum Zeitpunkt der BZE I und BZE II sowie die jährlichen Kohlenstoffveränderungsraten in den neugebildeten Leitbodeneinheiten mit der dazugehörigen Waldfläche

Abk.	Kohlenstoffvorrat (BZE I) [MgC ha ⁻¹]			Kohlenstoffvorrat (BZE II) [MgC ha ⁻¹]			Waldfläche [ha]	Kohlenstoff- veränderungsraten [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹] MW
	n	MW	SE	n	MW	SE		
1	95	33,8	1,9	100	49,5	2,4	986673	1,1
2	9	100,9	14,0	14	115,2	10,7	254865	1,0
3	30	63,1	7,2	32	71,7	6,4	163440	0,6
4	22	68,1	4,1	16	59,1	3,1	448317	-0,5
5	15	59,6	5,5	21	74,0	7,7	347526	1,1
6	14	51,4	9,9	14	66,1	8,2	503030	1,0
7	22	72,8	3,4	19	82,1	4,6	171513	0,1
8	8	60,4	6,0	14	68,8	6,0	255913	0,5
9	24	33,6	2,8	24	49,1	3,3	64559	1,1
10	4	31,9	3,8	4	33,4	4,4	276957	0,1
11	8	47,3	6,0	8	52,7	6,5	186452	0,4
12	5	74,8	3,7	8	62,0	6,3	239832	-0,6
13	33	56,3	2,9	24	64,6	2,8	91350	0,6
14	18	28,0	3,3	18	43,1	4,3	645929	1,1
15	23	62,3	3,5	28	67,0	2,5	105976	0,3
16	31	87,1	4,4	25	80,7	4,1	139403	-0,3
17	22	65,2	2,8	14	68,1	4,0	1042722	0,2
18	65	63,7	2,3	116	71,8	2,0	368595	0,5
19	73	63,3	2,5	49	70,9	3,3	835871	0,6
20	41	63,8	2,4	17	79,2	4,2	2158740	0,7
21	6	48,3	6,1	6	53,2	5,2	1038945	0,3
22	69	57,2	2,3	69	66,2	2,5	75185	0,6
23	9	56,7	6,6	15	72,6	6,3	82119	0,9
24	8	116,3	12,9	11	128,0	6,1	163752	0,6

(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 19.5.2.1.3). Zur Abschätzung der Kohlenstoffvorratsunterschiede organischer Böden wurden die IPCC (2003)-Werte aus Tabelle 3.2.3 angewendet. Dabei wird davon ausgegangen, dass alle organischen Standorte von Drainage betroffen sind⁶⁴ und dass die Drainage allein für die Veränderungen verantwortlich ist. Für organische Waldböden wurden eine Kohlenstoffemission von 0,68 MgC ha⁻¹ a⁻¹ und eine Lachgasemission (N₂O) von 0,6 kg ha⁻¹ a⁻¹ berechnet.

7.2.4.5.2 Neuwaldflächen

Für Neuwaldflächen wird wie bei den verbleibenden Waldflächen von einer Drainage aller aufgeforsteten Flächen ausgegangen (siehe Kapitel 7.2.4.5.1). Diese C-Emission beträgt 0,68 MgC ha⁻¹ a⁻¹. Diese jährliche Veränderung wird auch für die Jahre von 1990 bis 2009 angenommen.

⁶⁴ Da keine Angaben zur Flächengröße organischer Böden, die nicht drainiert sind, vorliegen, wird konservativ der gesamte organische Boden als drainiert betrachtet.

7.2.4.6 Sonstige Treibhausgasemissionen aus Wäldern

Die Stickstoffdüngung von Wäldern ist in Deutschland nicht üblich. In der CRF-Tabelle 5(I) wurde diese Aktivität daher als „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. Für das Jahr 2009 beträgt die CO₂-Emission 65,42 Gg a⁻¹.

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 1990). 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 in den Kapiteln 7.3.4 und 19.5.2.4.

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, wird im bewirtschafteten Wald in Deutschland keine kontrollierte Verbrennung von Biomasse durchgeführt. Aufgrund der klimatischen Lage Deutschlands und der Maßnahmen zur Vorbeugung von Waldbränden sind diese ein eher seltenes Ereignis, was durch die in der Waldbrandstatistik (BLE, 2010) erfassten Waldbrandflächen bestätigt wird (siehe Abbildung 51). Für den Zeitraum 1990 – 2009 lag die mittlere Waldbrandfläche bei 903 ha. Sehr hohe Temperaturen in den Sommermonaten führten zu höheren Waldbrandflächen, wie z. B. in den Jahren 1996 und 2003. Eine überdurchschnittlich hohe Waldbrandfläche von rund 4900 ha wurde im Jahr 1992 ermittelt, welches durch einen extrem warmen Sommer geprägt war.

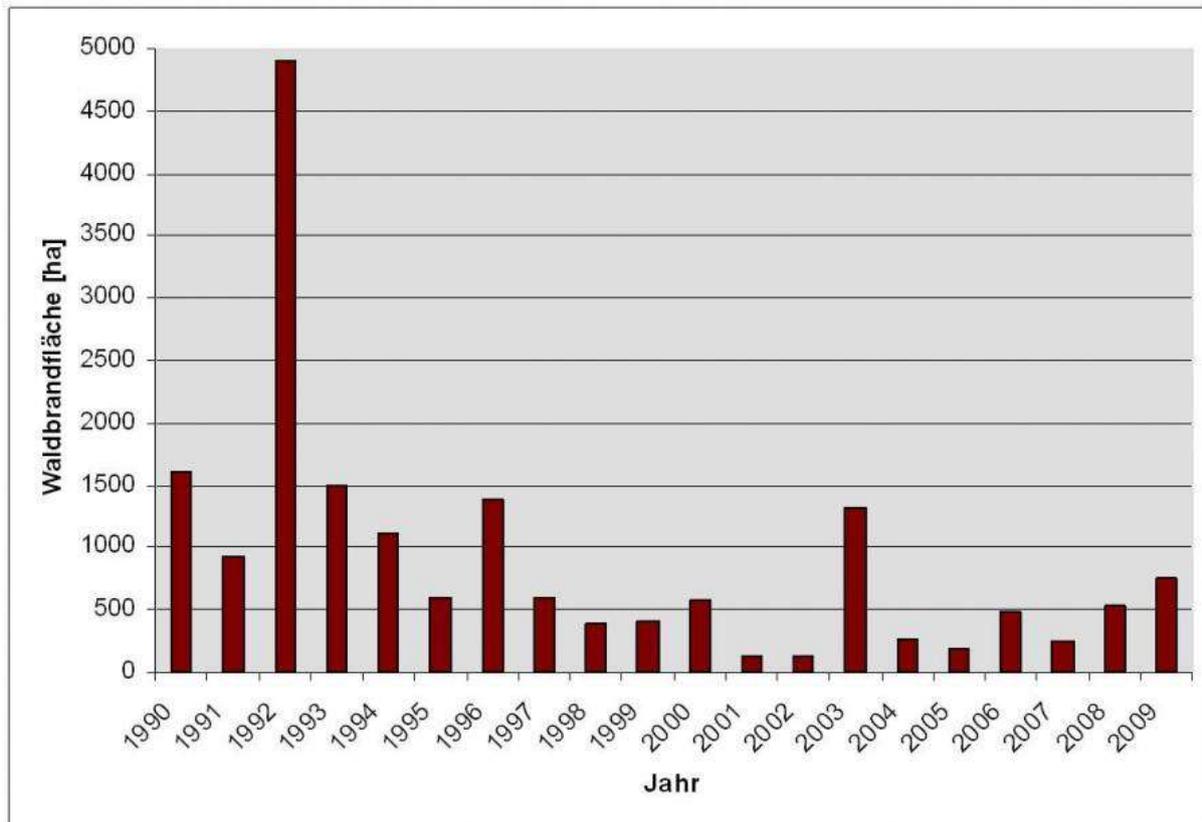


Abbildung 51: Waldbrandflächen zwischen 1990 und 2009 (nach BLE, 2010)

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 24 (IPCC 2003, Gleichung 3.2.20) berechnet.

Gleichung 24

$$L_{fire} = A * B * C * D * 10^{-6}$$

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 2009 wurden aus der bei der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung geführten Waldbrandstatistik (BLE 2009) entnommen. Die durchschnittliche oberirdische Biomasse wurde durch lineare Extra- und Interpolation zwischen 1990 und 2009 mit den Daten der BWI 2 und Inventurstudie 2008 für jedes Jahr 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), welches durch einen extrem warmen Sommer geprägt war, der zu einer überdurchschnittlich hohen Waldbrandfläche von rund 4908 ha geführt hat. Die vollständige Zeitreihe für die aus Waldbränden resultierenden Treibhausgase ist in Tabelle 202 zu finden.

Tabelle 202: Durch Waldbrände emittierte Treibhausgase im Zeitraum 1990-2009

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

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 unterliegt dem Institut für Agrarrelevante Klimaforschung des vTI (vTI-AK) und wird im Kapitel 19.5.2.5 beschrieben. Für die Landnutzungsänderung von Wald in Ackerland sind die N₂O-Emissionen in Tabelle 203 für mineralische und organische Böden zusammengefasst.

Tabelle 203: N₂O-Emissionen durch Landnutzungsänderung von Wald in Ackerland

Zeitraum [Jahr]	N ₂ O-Emission [kg ha ⁻¹ a ⁻¹]
1990-2005	29,39
2006	29,90
2007	31,90
2008	32,21
2009	32,85

7.2.5 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5.A)

Bei der Berechnung der Kohlenstoffvorräte entstehen verschiedene Fehler, die größtenteils auf Unsicherheiten zurückzuführen sind. Bei der Herleitung der Fehler handelt es sich um pragmatische Ansätze, die lediglich eine Annäherung an den tatsächlichen Fehler erlauben. Nicht jede mögliche Fehlerquelle (Abweichung der Allometrie, Modellfehler bei der Derbholzberechnung, Messfehler) findet ihren Weg in die Berechnung. Korrelationen zwischen einzelnen Termen wurden vernachlässigt.

Mit dem zur Verfügung stehenden Datenmaterial konnten folgende Fehlerquellen 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

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 ($1, \dots, i, \dots, l$) pflanzen sich bei deren Aggregation auf zwei unterschiedliche Arten fort. Werden zwei Zielgrößen addiert oder subtrahiert, erfolgt die Fehlerweitergabe additiv (siehe Gleichung 25):

Gleichung 25

$$U = \frac{\sqrt{\sum_i (U_i x_i)^2}}{\sum_i x_i}$$

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 26)

Gleichung 26

$$U = \sqrt{\sum_i (U_i)^2}$$

7.2.5.1 Unsicherheiten bei der Schätzung von Landnutzungsänderungsflächen

Die Herleitung der Flächen, getrennt nach LULUCF-Kategorien, erfolgt getrennt nach neuen und alten Bundesländern. Für die alten Bundesländer wurden bei der BWI 1 und der BWI 2 für jede Wald- als auch Nichtwald-Traktecke die Landnutzungskategorien zum jeweiligen Zeitpunkt erfasst. Auf Basis dieser Stichprobe konnte eine Landnutzungsänderung differenziert nach LULUCF-Kategorien inkl. Fehlerschätzung erfolgen (siehe Tabelle 165).

Für die neuen Bundesländer standen für den Zeitraum 1990 bis 2005 die Ergebnisse des Projektes *GSE FM-INT (GSE 2003, GSE 2006, GSE 2007, GSE 2009)* zur Verfügung. Basierend auf Auswertungen von satellitengestützten Fernerkundungsdaten wurden Veränderungsanalysen hinsichtlich der Landbedeckung/-nutzung durchgeführt und mit gängigen statistischen Methoden verifiziert. Die Ergebnisse für die einzelnen Bundesländer wurden aggregiert. Die Flächenschätzfehler wurden flächengewichtet und getrennt nach LULUCF-Kategorien summiert (siehe Tabelle 204).

Tabelle 204: Stichprobenfehler (SE) der Flächenschätzung für die LULUCF-Klassen zwischen 1987 und 2002 (nd = nicht definiert⁶⁵)

LULUCF-Klassen	Alte Bundesländer SE [%]	Neue Bundesländer SE [%]	Deutschland SE [%]
Forest Land remaining Forest Land	0,93	1,12	0,74
Forest Land converted to Cropland	26,51	1,98	24,93
Forest Land converted to Grassland	14,18	2,08	13,48
Forest Land converted to Settlements	11,14	7,24	9,99
Forest Land converted to Wetlands	24,85	11,18	21,18
Forest Land converted to Other Land	nd	nd	nd
Cropland converted to Forest Land	13,59	2,91	12,16
Grassland converted to Forest Land	8,61	3,13	6,85
Settlements converted to Forest Land	13,32	3,86	12,49
Wetlands converted to Forest Land	15,92	8,25	15,37
Other Land converted to Forest Land	nd	nd	nd
KP Aforestation	5,98	2,30	5,18
KP Deforestation	7,92	4,87	7,21

Für den Zeitraum 2002 bis 2008 konnten aus der Inventurstudie 2008 Flächenveränderungsschätzungen lediglich für die Klassen *forest land remaining forest land* und *KP Deforestation* erfolgen (siehe Tabelle 205). Der Fehler der Klasse *KP Deforestation* wurde auf die Landnutzungskategorien, welche von Wald in eine andere Landnutzungskategorie umgewandelt wurden, übertragen. Die Flächenveränderungen in den Landnutzungskategorien, in denen eine Aufforstung stattfand, wurden aus dem vorangegangenen Zeitraum linear bis einschließlich des Jahres 2009 extrapoliert).

⁶⁵ Es gibt keine Flächen in der Landnutzungskategorie *Other Land*

Tabelle 205: Stichprobenfehler (SE) der Flächenschätzung für die LULUCF-Klassen zwischen 2002 und 2008

	Alte Bundesländer	Neue Bundesländer	Deutschland
LULUCF-Kategorie	SE [%]	SE [%]	SE [%]
Forest Land remaining Forest Land	2,06	3,46	1,77
KP Deforestation	27,36	44,69	23,72

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 geänderte Umweltbedingungen und geänderte Bewirtschaftung seit damals entstehen, 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 werden. Die Standardabweichung der Residuen der Modelle wird in Tabelle 206 wiedergegeben.

Tabelle 206: Relativer Standardfehler der der Volumenexpansionsmodelle

Modell		Mittelwert (Baumholz)	Standardabweichung (Residuen)	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 207 bildet die bei der Volumensexpansion entstehenden Unsicherheiten ab. Aufgeführt sind hier nur Unsicherheiten, in denen die C-Vorräte direkt geschätzt werden konnten.

Tabelle 207: Bei der Volumensexpansion 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 [%]
Forest Land remaining Forest Land	2,99	2,84	2,18	2,90	1,70	1,70	1,76	1,71
Forest Land converted to Cropland	2,12	–	–	–	–	–	–	–
Forest Land converted to Grassland	2,81	–	–	–	–	–	–	–
Forest Land converted to Settlements	2,14	–	–	–	–	–	–	–
Forest Land converted to Wetlands	3,08	–	–	–	–	–	–	–
Forest Land converted to Other Land	–	–	–	–	–	–	–	–
Cropland converted to Forest Land	–	2,11	–	–	–	–	–	–
Grassland converted to Forest Land	–	2,07	–	–	–	–	–	–
Settlements converted to Forest Land	–	2,00	–	–	–	–	–	–
Wetlands converted to Forest Land	–	1,04	–	–	–	–	–	–
Other Land converted to Forest Land	–	–	–	–	–	–	–	–
KP Aforestation	–	2,70	–	–	–	–	–	–
KP Deforestation	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 208: Relativer Standardfehler der Raumdichtenschätzungen

Baumart	Mittlere Rohdichte	Minimale Rohdichte	Maximale Rohdichte	Standardfehler geschätzt se [%]	
BU	0,68	0,49	0,88	0,09	13,66
DGL	0,47	0,32	0,73	0,10	20,77
EI	0,65	0,39	0,93	0,13	19,78
LÄ	0,55	0,40	0,82	0,10	18,18
ES (ALH)	0,65	0,41	0,82	0,10	15,02
FI	0,43	0,30	0,64	0,08	18,83
KI	0,49	0,30	0,86	0,13	27,21
PA (ALN)	0,41	0,37	0,52	0,04	8,71
TA	0,41	0,32	0,71	0,09	22,65

Für die mengenmäßig relativ unbedeutenden Nebenbaumarten Laubhölzer hoher (4,4 % am Gesamtderbholzvolumen) und niedriger Lebenserwartung (5,2 %) wurden die Eschen bzw. Pappelwerte genutzt. Die Tabelle 209 bildet die bei der Volumensexpansion entstehenden Unsicherheiten ab. Aufgeführt sind hier nur Unsicherheiten, in denen die C-Vorräte direkt geschätzt werden konnten.

Tabelle 209: 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 [%]
Forest Land remaining Forest Land	9,19	8,63	8,16	13,87	12,31	12,41	7,14	6,86
Forest Land converted to Cropland	13,70	–	–	–	–	–	–	–
Forest Land converted to Grassland	8,65	–	–	–	–	–	–	–
Forest Land converted to Settlements	7,92	–	–	–	–	–	–	–
Forest Land converted to Wetlands	24,49	–	–	–	–	–	–	–
Forest Land converted to Other Land	–	–	–	–	–	–	–	–
Cropland converted to Forest Land	–	8,05	–	–	–	–	–	–
Grassland converted to Forest Land	–	7,76	–	–	–	–	–	–
Settlements converted to Forest Land	–	6,83	–	–	–	–	–	–
Wetlands converted to Forest Land	–	6,65	–	–	–	–	–	–
Other Land converted to Forest Land	–	–	–	–	–	–	–	–
KP Aforestation	–	6,96	–	–	–	–	–	–
KP Deforestation	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 197). Auch hier wird eine mengengewichtete Hochrechnung der Fehler vorgenommen. Um die Fehlerfortpflanzung nach Summen (IPCC, 2000: Gleichung 6.3) durchzuführen, wurden die Summen der oberirdischen Massenberechnungen für jede Stratifizierung in der Tabelle errechnet. Danach können die Gesamtfehler für Nadelbäume (Conifers), Eichen (Oak) und andere Laubbäume (Broadleaves) hergeleitet werden. Im Ergebnis stehen in Tabelle 210 die Werte für den Zustand, in denen die C-Vorräte direkt geschätzt werden konnten.

Tabelle 210: 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 [%]
Forest Land remaining Forest Land	25,37	23,86	23,1	–	26,24	26,13	19,15	18,48
Forest Land converted to Cropland	32,36	–	–	–	–	–	–	–
Forest Land converted to Grassland	24,19	–	–	–	–	–	–	–
Forest Land converted to Settlements	22,43	–	–	–	–	–	–	–
Forest Land converted to Wetlands	32,34	–	–	–	–	–	–	–
Forest Land converted to Other Land	–	–	–	–	–	–	–	–
Cropland converted to Forest Land	–	29,27	–	–	–	–	–	–
Grassland converted to Forest Land	–	26,61	–	–	–	–	–	–
Settlements converted to Forest Land	–	25,24	–	–	–	–	–	–
Wetlands converted to Forest Land	–	17,95	–	–	–	–	–	–
Other Land converted to Forest Land	–	–	–	–	–	–	–	–
KP Aforestation	–	24,79	–	–	–	–	–	–
KP Deforestation	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 weiteren Methoden, wie sie z. B. in den Untersuchungen von DIETER & ELSASSER (2002) präsentiert werden. Die in die CRF-Tabellen aufgenommenen Werte wurden nach IPCC (2003) hergeleitet.

7.2.5.2.4 Stichprobenfehler

Die Bundeswaldinventur ist eine Stichprobeninventur. Es wird somit nicht die Grundgesamtheit aufgenommen, sondern nur ein per Zufall ausgewählter Umfang an Stichproben. Die Stichprobenelemente selbst, aber auch die auf Basis der gezogenen Stichprobenelemente geschätzten Mittelwerte und Totalwerte unterliegen einer Varianz. Letztere bietet die Möglichkeit die Genauigkeit der geschätzten Zielgrößen zu beurteilen. Die Varianz des Mittelwertes im Stratum l wird geschätzt nach:

Gleichung 27

$$v\left\langle\hat{Y}_l\right\rangle = \frac{1}{c_l(c_l - 1)} \sum_{c_l=1}^{c_l} \left(\frac{M_{l,c}}{E\langle M_{l,c}\rangle}\right)^2 (Y_{l,c} - \hat{Y}_l)^2$$

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 28

$$v\left\langle\hat{Y}_{st}\right\rangle=\sum_{l=1}^L\left(\frac{\lambda(U_l)}{\lambda(U)}\right)^2 v\left\langle\hat{Y}_l\right\rangle \approx \sum_{l=1}^L\left(\frac{n_l}{n}\right)^2 v\left\langle\hat{Y}_l\right\rangle$$

mit

$$n=\sum_{l=1}^L n_l=\sum_{l=1}^L c_l E\left\langle M_{l,c}\right\rangle=\sum_{c_l=1}^{C_l} M_{l,c}$$

Die geschätzte Varianz der Veränderung $v\left\langle\hat{G}_l\right\rangle$ zwischen zwei Inventuren, deren Stichprobenelemente wiederholt aufgenommen wurden, berechnet sich nach:

Gleichung 29

$$v\left\langle\hat{G}_l\right\rangle=v\left\langle\hat{Y}_l^{(2)}\right\rangle+v\left\langle\hat{Y}_l^{(1)}\right\rangle-2r_{y^2y^1}\sqrt{v\left\langle\hat{Y}_l^{(2)}\right\rangle}\sqrt{v\left\langle\hat{Y}_l^{(1)}\right\rangle}$$

Mit $r_{y^2y^1}=\frac{s_{y^2y^1}}{s_{y^2y^1}}$ als Korrelationskoeffizient und:

Gleichung 30

$$s_{y^2y^1}=\frac{1}{c_l(c_l-1)}\sum_{c_l=1}^{C_l}\left(\frac{M_{lc}}{E\left\langle M_{l,c}\right\rangle}\right)^2\left(Y_{lc}^{(2)}-\hat{Y}_l^{(2)}\right)\left(Y_{lc}^{(1)}-\hat{Y}_l^{(1)}\right)$$

Die Varianzschätzung des flächenbezogenen Mittelwertes (Ratio-Schätzer) $v\left\langle\hat{R}_{st}\right\rangle$ aus $\hat{Y}_{st} / \hat{X}_{st}$ erfolgt nach:

Gleichung 31

$$v\left\langle\hat{R}_{st}\right\rangle=\frac{1}{\left(\hat{X}_{st}\right)^2}\sum_{l=1}^L w_l^2 \frac{\sum_{c_l=1}^{C_l}\left(\frac{M_{lc}}{E\left\langle M_{l,c}\right\rangle}\right)^2\left(y_{lc}-\hat{R}_{st}x_{lc}\right)^2}{c_l(c_l-1)}$$

mit:

w_l = Stratengewicht des Stratum I
 X_{st} = Zielgröße

Die Varianz der Veränderung eines Ratioschätzers ($v\left\langle\hat{G}_{Rst}\right\rangle$) ist definiert durch:

Gleichung 32

$$v\left\langle\hat{G}_{Rst}\right\rangle=v\left\langle\hat{R}_{st}^{(2)}\right\rangle+v\left\langle\hat{R}_{st}^{(1)}\right\rangle-2\text{cov}\left\langle\hat{R}_{st}^{(2)},\hat{R}_{st}^{(1)}\right\rangle$$

mit:

$$\text{cov}\left\langle \hat{R}_{st}^{(2)}, \hat{R}_{st}^{(1)} \right\rangle = \frac{1}{\hat{X}_{st}^{(2)} \hat{X}_{st}^{(1)}} \sum_{l=1}^L \left(\frac{\lambda(U_l)}{\lambda(U)} \right)^2 \frac{1}{n_{2,l}(n_{2,l}-1)}$$

$$\sum_{x \in F_1 \cap S_2} \left(\frac{M(x)}{E(M(x))} \right)^2 \left(d_c^{(2)}(x) - \hat{d}_l^{(2)} \right) \left(d_c^{(1)}(x) - \hat{d}_l^{(1)} \right)$$

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 somit 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 211: 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 [%]
Forest Land remaining Forest Land	1,07	1,04	2,34	12,50	3,91	3,84	2,01	2,00
Forest Land converted to Cropland	55,12	–	–	–	–	–	–	–
Forest Land converted to Grassland	45,42	–	–	–	–	–	–	–
Forest Land converted to Settlements	18,73	–	–	–	–	–	–	–
Forest Land converted to Wetlands	69,85	–	–	–	–	–	–	–
Forest Land converted to Other Land	–	–	–	–	–	–	–	–
Cropland converted to Forest Land	–	26,46	–	–	–	–	–	–
Grassland converted to Forest Land	–	15,37	–	–	–	–	–	–
Settlements converted to Forest Land	–	20,9	–	–	–	–	–	–
Wetlands converted to Forest Land	–	28,42	–	–	–	–	–	–
Other Land converted to Forest Land	–	–	–	–	–	–	–	–
KP Aforestation	–	10,47	–	–	–	–	–	–
KP Deforestation	16,33	44,95	–	–	77,3	–	39,03	–

Tabelle 212: 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 [%]
Forest Land remaining Forest Land	1,05	1,03	2,18	12,50	3,84	3,80	1,98	1,97
Forest Land converted to Cropland	55,59	–	–	–	–	–	–	–
Forest Land converted to Grassland	43,11	–	–	–	–	–	–	–
Forest Land converted to Settlements	18,49	–	–	–	–	–	–	–
Forest Land converted to Wetlands	64,93	–	–	–	–	–	–	–
Forest Land converted to Other Land	–	–	–	–	–	–	–	–
Cropland converted to Forest Land	–	25,41	–	–	–	–	–	–
Grassland converted to Forest Land	–	14,80	–	–	–	–	–	–
Settlements converted to Forest Land	–	20,93	–	–	–	–	–	–
Wetlands converted to Forest Land	–	28,31	–	–	–	–	–	–
Other Land converted to Forest Land	–	–	–	–	–	–	–	–
KP Aforestation	–	10,23	–	–	–	–	–	–
KP Deforestation	16,01	2,45	–	–	77,86	–	38,50	–

7.2.5.2.5 Fehlerbudget

Die in den vorangegangenen Abschnitten aufgeführten Fehlerquellen und Fehlerrahmen werden nun abschließend zu einem Gesamtfehlerbudget zusammengeführt. Dabei kann für die alten Bundesländer für den Zeitraum 1987 bis 2002 ein vollständiges Budget erstellt werden. Die Fehlerwerte sind in Tabelle 213 und das gesamte Fehlerbudget in den Tabelle 298 bis Tabelle 300 in Kapitel 19.5.1.2.1 zu finden. Für den Zeitraum 2002 bis 2008 lässt die Datenlage nur eine Fehlerrechnung für die Kategorie *Forest Land remaining Forest Land* zu (siehe Tabelle 214). Das vollständige Fehlerbudget ist in Tabelle 301 im Kapitel 19.5.1.2.1 zu finden. Mit der voraussichtlich 2012 abgeschlossenen BWI 3 können die derzeitigen Lücken gefüllt werden. Die C-Vorratsveränderung in der LULUCF- Kategorie *Forest Land remaining Forest Land* weist im Zeitraum 2002 bis 2008 eine signifikante Zunahme von 2,64 Mg ha⁻¹ auf.

Tabelle 213: Gesamtfehler für die C-Vorrats- und C-Veränderungsschätzung zwischen 1987 und 2002 in den alten Bundesländern

LULUCF-category	1987		2002		1987-2002	
	error total [%]	error emission factor [%]	error total [%]	error emission factor [%]	error total [%]	error emission factor [%]
Forest Land remaining Forest Land	9,64	9,68	9,09	9,14	7,14	7,20
Forest Land converted to Cropland	45,48	52,64	–	–	45,48	52,64
Forest Land converted to Grassland	36,75	39,39	–	–	36,75	39,39
Forest Land converted to Settlements	17,21	20,5	–	–	17,21	20,50
Forest Land converted to Wetlands	59,08	64,10	–	–	59,08	64,10
Forest Land converted to Other Land	–	–	–	–	–	–
Cropland converted to Forest Land	–	–	22,83	26,57	22,83	26,57
Grassland converted to Forest Land	–	–	15,21	17,48	15,21	17,48
Settlements converted to Forest Land	–	–	18,54	22,83	18,54	22,83
Wetlands converted to Forest Land	–	–	23,26	28,18	23,26	28,18
Other Land converted to Forest Land	–	–	–	–	–	–
KP Aforestation	–	–	11,98	13,4	11,98	13,40
KP Deforestation	15,67	17,60	–	–	15,67	17,60

Tabelle 214: Gesamtfehler für die C-Vorrats- und C-Veränderungsschätzung zwischen 2002 und 2008 in Deutschland

LULUCF-category	2002		2008		2002-2008	
	error total [%]	error emission factor [%]	error total [%]	error emission factor [%]	error total [%]	error emission factor [%]
Forest Land remaining Forest Land	7,58	7,62	7,33	7,36	29,68	29,69

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 gegenüber dem darunter liegenden Mineralboden erhöht 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) berechnete 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 die Hälfte aller beprobten Punkte 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 Stratums I bzw. der unstratifizierten Gesamtstichprobe mit der Anzahl der Probepunkte n_l berechnete sich nach:

Gleichung 33

$$v\langle \bar{Y}_l \rangle = \frac{1}{n_l(n_l - 1)} \sum_{j=1}^{n_l} (Y_{lj} - \bar{Y}_l)^2$$

Die Varianz der mittleren Vorratsänderung des Stratums I zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2 berechnete sich bei gepaarten Stichproben nach:

Gleichung 34

$$v\langle \bar{G}_l \rangle = v\langle \bar{Y}_{lt_2} \rangle + v\langle \bar{Y}_{lt_1} \rangle - 2r_{y^2y^1} \sqrt{v\langle \bar{Y}_{lt_2} \rangle} \sqrt{v\langle \bar{Y}_{lt_1} \rangle}$$

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 35

$$v\langle \bar{G}_l \rangle = v\langle \bar{Y}_{lt_2} \rangle + v\langle \bar{Y}_{lt_1} \rangle$$

Die Gesamtvarianz über alle Straten hinweg wurde unter Berücksichtigung ihres Flächenanteils w_l / w abgeschätzt nach:

Gleichung 36

$$v\langle \bar{Y} \rangle \approx \sum_{l=1}^L \left(\frac{w_l}{w} \right)^2 v[\bar{Y}_l]$$

bzw.

Gleichung 37

$$v\langle \bar{G} \rangle \approx \sum_{l=1}^L \left(\frac{w_l}{w} \right)^2 v[\bar{G}_l]$$

Die Vorratsänderung für die Streu wurde unstratifiziert als gepaarte Stichprobe berechnet. Es ergab sich dabei ein Stichprobenfehler von $0,03 \text{ Mg ha}^{-1}$ oder 75%. 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. Der Fehler erreichte Werte von 0.16 Mg ha^{-1} bei der ungepaarten Stichprobe und $0,06 \text{ Mg ha}^{-1}$ bei der gepaarten Stichprobe. Insgesamt betrug der Stichprobenfehler für Mineralböden $0,07 \text{ Mg ha}^{-1}$ 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 zusätzliche Qualitätssicherung durch die Nationale Koordinierungsstelle konnte aufgrund begrenzter Ressourcen nicht durchgeführt werden.

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.

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 am Institut für Weltforstwirtschaft (vTI-WFW) mit einem unter PostGreSQL entwickelten Programm berechnet. Die erzielten Ergebnisse beider Berechnungen stimmen überein.

Erstmals wurde eine ausführliche Fehlerbetrachtung für den Pool Biomasse durchgeführt, wobei versucht wurde, alle vorhandenen Fehlerquellen zu quantifizieren. Zusammenfassend wurde am Ende der Fehlerbetrachtung ein Gesamtfehlerbudget erstellt.

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, erfolgte die Initiierung einer Ringanalyse. Dabei wurden alle Labore einem Qualitätstest durch den Gutachterausschuss Forstliche Analytik unterzogen (BLUM & HEINBACH 2006, 2007). Um eine Vergleichbarkeit der Labormethoden zu gewähren, haben nur die an der Ringanalyse erfolgreich teilgenommenen Labore die Analytik durchgeführt. Eine Ringanalyse ist auch auf europäischer Ebene mit deutscher Beteiligung durchgeführt worden (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 verschiedenen 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 215) zeigt, dass Deutschland in den Flächenumwandlungskategorien zu Wald mit Österreich und den Niederlanden die höchsten Werte und damit größten Kohlenstoffspeicher aufweist. Bei der Kategorie verbleibende Waldfläche liegt Deutschland hingegen im unteren Bereich mit der geringsten Speicherleistung. Kohlenstoffvorratsverluste finden sich in Dänemark und keine Änderung der C-Vorräte in der Schweiz. Die größte Kohlenstoffspeicherung ist, wie bei

den Flächenumwandlungen, bei den Niederlanden, Österreich und Polen zu finden. Der Vergleich mit Nachbarstaaten von Deutschland zeigt, dass die Ergebnisse plausibel mit der Altersklassenverteilung der Wälder sind.

Bei der toten organischen Substanz (siehe Tabelle 216) weist Deutschland bei den Flächenumwandlungen zu Wald, mit Ausnahme von Grünlandumwandlungen, die größten Kohlenstoffspeicherleistungen auf. Im gleichen Bereich liegt etwa die Kohlenstoffspeicherung von Frankreich. Bei der verbleibenden Waldfläche liegt Deutschland im mittleren Bereich. Die größte Kohlenstoffspeicherung zeigen hier die Niederlande gefolgt von der Schweiz. Einen Kohlenstoffvorratsverlust hat als einziges Land Frankreich zu verzeichnen.

Bei den mineralischen Böden (siehe Tabelle 217) liegt Deutschland bei den durch Landumwandlungen entstehenden Kohlenstoffspeicher im unteren Bereich. Wesentlich höhere Speicherleistungen haben Österreich, Belgien und Polen. Für die verbleibende Waldfläche berichtet Deutschland aktuell keine Zahlen.

Aufgrund fehlender Daten der Nachbarländer zum Kohlenstoffvorratsverlust organischer Böden wurde auf einen Vergleich verzichtet.

Tabelle 215: Kohlenstoffvorratsveränderung der lebenden Biomasse verschiedener Länder (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)

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	1,18	0,98	1,18	1,18	1,18	-0,24	1,18
BEL	0,57	3,19	3,25	3,24	3,58	2,68	2,83
CHE	0,00	0,24	2,45	0,22	-0,05	1,18	0,19
CZE	0,65	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	NA
DNK	-0,25	-0,12	-0,28	2,88	0,04	NA,NO	-0,11
FRA	0,93	1,37	1,56	1,38	1,23	1,30	1,34
GBR	NO	1,48	1,34	1,48	IE	1,71	NO
GER	0,44	3,13	3,56	3,00	3,27	3,35	0,00⁶⁶
NLD	1,53	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09
POL	1,15	0,55	0,55	0,55	NO	NO	NO

Quelle: UNFCCC 2010

Tabelle 216: Kohlenstoffvorratsveränderung der toten organischen Masse verschiedener Länder (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)

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	IE	IE	IE	IE	IE	IE
BEL	0,06	NO	NO	NO	NO	NO	NO
CHE	0,18	0,13	NO	0,13	0,17	0,08	0,18
CZE	NO	NA,NO	NO	NO	NO	NO	NA
DNK	0,02	0,18	0,16	1,88	0,20	NA,NO	0,08
FRA	-0,07	0,42	0,44	0,42	0,45	0,43	0,41
GBR	NO	0,27	0,26	0,28	IE	0,24	NO
GER	0,09	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,0066
NLD	0,25	NE	NE	NE	NE	NE	NE
POL	NO				NO	NO	NO

Quelle: UNFCCC 2010

⁶⁶ keine Flächen vorhanden

Tabelle 217: Kohlenstoffvorratsveränderung der mineralischen Böden verschiedener Länder (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)

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	2,10	3,02	0,97	4,55	3,91	4,56
BEL	0,80	1,29	2,53	0,76	-0,21	3,52	3,48
CHE	IE,NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
CZE	NO	0,16	0,51	0,03	NO	NO	NA
DNK	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
FRA	0,01	0,03	0,81	-0,08		0,04	
GBR	NO	0,46	0,46	0,46	IE	0,45	NO
GER	NR67	0,07	0,53	0,00	-0,03	0,00	0,0066
NLD	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
POL	0,36	1,97	2,31	0,73	NO	NO	NO

Quelle: UNFCCC 2010

7.2.7 Quellenspezifische Rückrechnungen (5.A)

Für den gesamten LULUCF-Sektor wurde durch Empfehlungen des In Country Review 2010 eine Neuberechnung der Landflächenmatrix notwendig. Für den Forstbereich findet sich im Kapitel 7.2.3.1 für die alten Bundesländer und im Kapitel 7.2.3.2 für die neuen Bundesländer die neuen Flächenmatrizen abgebildet. Durch die Veränderung der Flächen ändern sich auch die davon abhängigen Emissionen.

7.2.7.1 Verbleibender Wald

Eine Rekalkulation der Kohlenstoffveränderung in der Biomasse war aus zwei Gründen notwendig. Als erstes wurden bei der Submission 2010 fälschlicherweise die Neuwaldflächen von 1990 bis 2002 bei der Kalkulation der Kohlenstoffveränderung in dem Zeitraum von 2002 bis 2006 mit zu der verbleibenden Waldfläche gezählt. Diese Flächen müssen aber 20 Jahre in der Kategorie Neuwaldflächen verbleiben und wechseln erst danach zu der Ladnutzungskategorie verbleibender Wald. Als zweites gingen Flächen, die nach der Bundeswaldinventur als Wald zählen, aber als Waldkategorie Nichtholzboden erfasst werden und somit unbestockt sind, nicht in die Kohlenstoffvorrats- und -änderungsrechnung mit ein. Die Unterschiede zwischen der Submission 2010 und 2011 betragen in dem Zeitraum von 1990 bis 2001 ca. 8,2 % und in dem Zeitraum von 2002 bis 2009 ca. 0,9 % (siehe Tabelle 218).

⁶⁷ Not reported (nicht berichtet)

Tabelle 218: Rekalkulation der C-Speicherung in der Biomasse für die Kategorie „Verbleibender Wald“

Jahr	Biomasse Submission 2010 [GgC]	Biomasse Submission 2011 [GgC]	Differenz [GgC]
1990	17.053	18.488	1.435
1991	17.048	18.477	1.429
1992	17.042	18.465	1.423
1993	17.037	18.454	1.417
1994	17.031	18.443	1.412
1995	17.026	18.432	1.406
1996	17.021	18.421	1.400
1997	17.015	18.409	1.394
1998	17.010	18.398	1.388
1999	17.004	18.387	1.383
2000	16.999	18.376	1.377
2001	16.994	18.365	1.371
2002	4.754	4.796	42
2003	4.752	4.792	40
2004	4.750	4.789	39
2005	4.748	4.786	38
2006	4.746	4.783	37
2007	4.743	4.780	37
2008	4.734	4.777	43
2009		4.774	

7.2.7.2 Neuwaldfläche

Für die organischen Böden wurde durch die Verwendung eines falschen Emissionsfaktors von $0,034 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ eine Rekalkulation notwendig. Der korrekte Emissionsfaktor beträgt $0,68 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (siehe auch Kapitel 7.2.4.5.2). In Tabelle 219 sind die aktuellen Werte den Vorjahreswerten gegenübergestellt.

Tabelle 219: Rekalkulation der C-Kohlenstoffverluste in den organischen Böden in der Biomasse für die Kategorie Neuwaldfläche

Jahr	organische Böden Submission 2010 [GgC]	organische Böden Submission 2011 [GgC]	Differenz [GgC]
1990	-0,037	-0,791	-0,754
1991	-0,074	-1,583	-1,508
1992	-0,112	-2,374	-2,262
1993	-0,149	-3,166	-3,017
1994	-0,186	-3,957	-3,771
1995	-0,223	-4,748	-4,525
1996	-0,261	-5,540	-5,279
1997	-0,298	-6,331	-6,033
1998	-0,335	-7,122	-6,787
1999	-0,372	-7,914	-7,541
2000	-0,410	-8,705	-8,296
2001	-0,447	-9,497	-9,050
2002	-0,484	-10,288	-9,804
2003	-0,521	-11,079	-10,558
2004	-0,559	-11,871	-11,312
2005	-0,596	-12,662	-12,066
2006	-0,633	-13,454	-12,820
2007	-0,670	-14,245	-13,574
2008	-0,767	-15,036	-14,269
2009		-15,828	

Eine Rekalkulation der Kohlenstoffspeicherung in der Biomasse für die Kategorie Neuwaldfläche wurde notwendig, weil bei der jährlichen Flächenakkumulation und den dabei anzuwendenden Emissionsfaktoren Fehler auftraten und die Biomasse der Vornutzung neu berechnet wurde. In der Submission 2011 erfolgte eine Korrektur der Werte (siehe Tabelle 220).

Tabelle 220: Rekalkulation der C-Speicherung in der Biomasse für die Kategorie Neuwaldfläche

Jahr	Biomasse Submission 2010 [GgC]	Biomasse Submission 2011 [GgC]	Differenz [GgC]
1990	7,16	-264,02	-271,18
1991	37,85	-189,97	-227,82
1992	68,55	-155,92	-184,47
1993	99,24	-41,87	-141,11
1994	129,93	32,18	-97,75
1995	160,63	106,23	-54,04
1996	191,32	180,28	-11,04
1997	222,02	254,32	32,3
1998	252,71	328,37	75,66
1999	283,40	402,42	119,02
2000	314,10	476,47	162,37
2001	344,79	550,52	205,73
2002	375,48	624,57	249,09
2003	406,18	698,62	292,44
2004	436,87	772,66	335,79
2005	467,56	846,71	379,15
2006	498,26	927,50	429,24
2007	528,95	1.035,72	506,77
2008	575,63	1.045,39	469,76
2009		1.118,37	

Bei dem Pool Streu in der Kategorie Neuwaldfläche erfolgte eine Rekalkulation durch die Neubewertung des Zeitraumes bis zum Einstellen des mittleren Kohlenstoffvorrates in der Streu (siehe Tabelle 221). In der Submission 2010 wurden noch 100 Jahre angenommen welche durch Untersuchungen (siehe Kapitel 7.2.4.3.2) auf 40 Jahre korrigiert wurden.

Tabelle 221: Rekalkulation der C-Speicherung in der Streu für die Kategorie Neuwaldfläche

Jahr	Streu Submission 2010 [GgC]	Streu Submission 2011 [GgC]	Differenz [GgC]
1990	5,22	8,93	3,71
1991	10,44	17,85	7,41
1992	15,66	26,78	11,12
1993	20,87	35,70	14,83
1994	26,09	44,63	18,54
1995	31,31	53,55	22,24
1996	36,53	62,48	25,95
1997	41,75	71,40	29,65
1998	46,97	80,33	33,36
1999	52,19	89,25	37,06
2000	57,40	98,18	40,78
2001	62,62	107,10	44,48
2002	67,84	116,03	48,19
2003	73,06	124,95	51,89
2004	78,28	133,88	55,60
2005	83,50	142,80	59,30
2006	88,72	151,73	63,01
2007	93,93	160,66	66,73
2008	110,80	169,58	58,78
2009		178,51	

7.2.8 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (5.A)

7.2.8.1 Landnutzungsänderungen

In den neuen Bundesländern wurden die Flächen und Flächenveränderungen mit den Daten des Projektes GSE FM-INT ermittelt. Die Ausweisung der Waldflächen erfolgte ab einer Mindestfläche von 0,5 ha. Aufgrund dieser Festlegung ergibt sich eine Abweichung zu den nach der BWI-Walddefinition ermittelten Waldflächen. Ein Projekt soll überprüfen, ob mit Hilfe von weiteren Datenquellen eine genauere Flächenbestimmung für die neuen Bundesländer für den Zeitraum von 1990 bis 2005 möglich ist (siehe auch Kapitel 19.5.1.1.3).

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.

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 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. 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 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.

7.3 Ackerland (5.B)

7.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (5.B)

CRF 5.B												
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)		Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission				2009 - Anteil an der Gesamtemission				Trend	
Crop Land		l / t / T2	CO ₂	2,36 %				2,91 %				23,3 %
Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂		
Emissionsfaktor (EF)	CS/M					D						
EF Unsicherheiten in %												
Unsicherheitenverteilung												
Methode EF-Ermittlung	CS/M ⁶⁸					CS/T1						

Die Quellgruppen *Cropland remaining Cropland* (5.B.1) und *Land converted to Cropland* (5.B.2) sind, gemäß GPG-LULUCF (IPCC 2003), für CO₂-Emissionen Hauptquellgruppen nach Höhe und Trend.

In der Kategorie „cropland“ wird über die Emission/Einbindung von CO₂ aus mineralischen und organischen Böden, der ober- und unterirdischen Biomasse sowie der Kalkung berichtet; Desweiteren auch über Lachgasemissionen aus Böden, die im Zusammenhang mit einer Umnutzung anderer Landnutzungskategorien in Ackerland in ihrer bisherigen Lagerung gestört wurden. Das Abbrennen von Feldern und Ernterückständen ist in Deutschland per Gesetz verboten und wird deshalb mit dem Notationsschlüssel NO berichtet.

Die CO₂ - Gesamtemissionen aus der Ackerlandbewirtschaftung betragen im Jahre 2009 27.461,53 Gg. Dabei entfielen 23.482 Gg CO₂ auf die Freisetzung aus ackerbaulich genutzten Mooren. 2.530,79 Gg CO₂ wurden aus mineralischen Böden freigesetzt, infolge von Konversion in Ackerland oder Umstellung von perennierenden auf einjährige Kulturen bzw. umgekehrt. In der Biomasse wurden 591,85 Gg CO₂ festgelegt.

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.

Durch Kalkung emittierten zusätzlich 1.682,96 Gg CO₂. Diese Summe bezieht sich unspezifisch auf die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche, wurde aber insgesamt der Ackerlandbewirtschaftung zugeordnet (vergl. Kapitel 19.5.2.4).

Die N₂O-Freisetzung infolge der Umwandlung von Grünland-, Siedlungs-, Feuchtgebiets-, anderen- und Waldflächen in Ackerland errechnet sich zu 1,15 Gg N₂O, entsprechend 357,63 Gg CO₂-Äquivalenten.

Der Trend der Emissionen aus dem Ackerland weist, nach einer geringfügigen Zunahme der Emissionen von 1990 – 2006, nun mehr einen leichten Rückgang auf, zurückzuführen auf die Abnahme von ackerbaulich genutzten Flächen (siehe Abbildung 48).

7.3.2 Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.B)

Zur Ermittlung der Ackerflächen, der eingetretenen Landnutzungsänderungen, der Zuordnung naturkundlicher und administrativer Parameter, der Entwicklung der Emissionsfaktoren für Boden und Biomasse sowie der Berechnung der Kohlenstoffvorräte in diesen zu unterschiedlichen Zeitpunkten, wurden digitale Kartenwerke, Daten der deutschen Officialstatistik, Ergebnisse der Waldinventuren und Literaturwerte herangezogen (siehe Kapitel 19.5.2.1). Die Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssystemen und deren Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.B) sind in Kapitel 19.5.2.1.2 ausführlich dargestellt.

7.3.3 Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.B)

Zur Identifizierung der Landnutzungskategorien LULUC kam für den Zeitraum 2000 – 2005 und die Jahre 2006, 2007, 2008 und 2009 ein „wall to wall“ – Ansatz zur Anwendung. Basierend auf GIS-Technologie wurden zur Bestimmung und räumlichen Zuordnung der Landnutzungskategorien die Datensätze flächendeckend miteinander in Relation gesetzt und im Vergleich der Datensätze unterschiedlicher Jahre die Landnutzungsänderungen flächendeckend für Deutschland georeferenziert ausgewiesen. Ermittelt wurden die Bruttoveränderungen. In die so generierte Flächenmatrix wurden die Ergebnisse der den Wald betreffenden Werte (Wald, Landnutzungsänderung von und zu Wald) durch die Daten der BWI ersetzt und als Fixum übernommen; Dadurch wurde Konsistenz mit der Quellgruppe 5.A und KP-LULUCF hergestellt. Tabelle 222 zeigt die Landnutzungsänderungsmatrix 2008/2009. Die Vorgehensweise bei der Ermittlung der Ausgangsparameter sowie der Landflächen und der Nutzungsänderungen sind ausführlich im Anhang Kapitel 19.5.2.1/19.5.2.2 beschrieben.

Die Abweichungen zwischen den Waldflächen der BWI und des ATKIS[®] betragen im Zeitraum 2000 - 2009 durchschnittlich $1,1 \pm 0,8$ %. Die größten Abweichungen traten in den Jahren 2006 und 2007 (2,4 %), die geringsten im Jahr 2000 (0,02 %) auf. Die Unterschiede zwischen den Waldflächendaten von BWI und ATKIS[®] liegen damit in einer Größenordnung, die in etwa der Unsicherheit innerhalb der ATKIS[®]-Flächendaten entspricht.

Tabelle 222: Landnutzungsänderungsmatrix 2008/2009 für Deutschland

[kha]	Flächenänderung (BWI/ATKIS)					
Initial\Final	Forestland	Cropland	Grassland	Wetlands	Settlements	Other Land
Forestland		0,39	1,79	0,74	4,06	0,00
Cropland	2,20	3,31	45,75	0,41	12,29	0,00
Grassland	12,10	30,18	9,35	2,30	12,53	0,00
Wetland	1,21	0,13	0,54	0,32	1,13	0,00
Settlement	2,34	4,67	12,53	1,50	0,52	0,00
Other Land	0,00	0,14	3,92	0,77	1,32	0,00
Σ Zunahme	17,85	35,51	64,54	5,72	31,32	0,00
Σ Abnahme	6,98	60,65	57,11	3,01	21,04	6,16
Bilanz	10,87	-25,14	7,43	2,71	10,28	-6,16

Der Berechnung der Landnutzung und Landnutzungsänderungen für den Zeitraum 1990 – 2000 wurden die jährlichen Landnutzungsänderungen zwischen den Jahren 2000 – 2005 zugrunde gelegt. Ausgehend von der ATKIS®-Landnutzungskarte des Jahres 2000 wurde anhand der so ermittelten Landnutzungsänderungsflächen die Veränderungen in der Landnutzung in die Vergangenheit extrapoliert, somit die Landnutzungsverteilung der Jahre 1990 bis 2000 rekonstruiert.

Gemäß IPCC GPG LULUCF (2003) wird unter der Kategorie „Ackerland“ über Kohlenstoffvorratsänderungen in den Speichern Boden und Biomasse berichtet. Bei Böden wurde unterschieden in organische und mineralische Böden; bei der Biomasse wurde jeweils die gesamte Pflanze bilanziert, Erntereste und sonstige Streu eingeschlossen. Aufgrund dessen wird der Pool „Tote organische Substanz“ als „IE“ berichtet. Bei mehrjährigen Pflanzen, z.B. Weingärten und Obstplantagen, entspricht in Deutschland die Menge des Schnittgutes in der Regel der des Zuwachses. Da dies ein Gleichgewicht darstellt, wird diese tote organische Substanz nicht berichtet. Die der Berichterstattung Ackerland zugrunde liegenden Datenquellen und Definitionen werden in Kapitel 19.5.2.1.2 ausführlich beschrieben. Die Zuordnung der Objektarten des ATKIS zu der Landnutzungskategorie „Ackerland“ der IPCC ist in Tabelle 306, die möglichen Landnutzungsänderungen und sich daraus ergebenden Subkategorien in Tabelle 307, in eben diesem Kapitel dargestellt.

7.3.4 Methodische Aspekte (5.B)

7.3.4.1 Mineralische Böden

Die Berechnung der Veränderung der Kohlenstoffvorräte in den mineralischen Böden erfolgte für jede Teilfläche durch Differenzbildung des finalen Kohlenstoffvorrates (nach Nutzungsänderung) und des initialen Kohlenstoffvorrates (vor Nutzungsänderung) der jeweiligen Fläche. Der finale Kohlenstoffvorrat wurde durch Multiplikation der von einer Nutzungsänderung betroffenen Fläche mit dem um einen Emissionsfaktor korrigierten Kohlenstoffvorrat der entsprechenden Landnutzungsklasse ermittelt.

Die Gleichung lautet:

$$C_{\Delta} = C_f - C_i = A * EF * C - A * C$$

mit:

- C_{Δ} : Veränderung des Kohlenstoffvorrates infolge Nutzungsänderung
in t / Kreis * Beobachtungszeitraum
- C_f : Finaler Bodenkohlenstoffvorrat in t
- C_i : Initialer Bodenkohlenstoffvorrat in t
- A: Fläche der Nutzungsänderung in ha

EF: Dimensionsloser Emissionsfaktor
 C: Polygonspezifischer Kohlenstoffvorrat in t/ha

Die Abschätzung der Kohlenstoffvorratsänderung in den Böden und der Biomasse erfolgte mittels dafür entwickelter Programme, die die Vorräte nach Bodentypen und Biomassevorräten der Subkategorien für die einzelnen Teilflächen und Jahre berechnen, diese den entsprechenden CRF-Rubriken zuordnen, bundesweit aufsummieren und dem CRF-Tabellenwerk konform ausgeben (s. Kapitel 19.5.2.3, im Anhang).

Die N₂O-Emissionen infolge der Umwandlung von Landflächen in Ackerland (CRF Table 5 (III)), wurden gemäß GPG (2003) ermittelt. Hierfür wurden die für die einzelnen Polygone ermittelten Kohlenstoffvorratsänderungen durch die C/N – Verhältnisse der entsprechenden Böden dividiert, so die Veränderungen im Stickstoffvorrat berechnet. Diese wurden dann mit dem Defaultwert von 0,0125 t N₂O-N/t N verrechnet, damit die N₂O-Emissionen bestimmt. Die C/N-Verhältnisse wurden aus den von der BGR mit der BÜK 1000 (BGR 1997) gelieferten Leitprofilaten abgeleitet.

7.3.4.2 Organische Böden

Zur Abschätzung der Kohlenstoffvorratsunterschiede organischer Böden 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 t C ha⁻¹a⁻¹, in Ackerböden von 1,09 – 10,6 t C ha⁻¹a⁻¹. Mit einem Mittel von 4,09 t C ha⁻¹a⁻¹ sind diese Werte insbesondere im Ackerbereich zu gering, da der Studie überwiegend Ergebnisse borealer Böden zugrunde liegen. MUNDEL (1976), GENSIOR und ZEITZ (1999), MEYER (1999) und AUGUSTIN (2001) berichten von Verlusten im Grünlandbereich von 2,46 – 7,63 t C ha⁻¹a⁻¹, HÖPER (2002) von 4,6 – 16,5 t C ha⁻¹a⁻¹, wobei Moore unter Ackerland mit 10,6 – 16,5 t C ha⁻¹a⁻¹ angeführt werden. Daher wurden dem Bericht für Grünland ein Emissionsfaktor von 5 t C ha⁻¹a⁻¹ und für Ackerland von 11 t C ha⁻¹a⁻¹ zugrunde gelegt, die im Wesentlichen auf den für Deutschland erhobenen Daten beruhen. Die Ermittlung der Flächen der organischen Böden sowie deren Nutzung erfolgte georeferenziert durch Intersection der BÜK 1000 und der ATKIS®-Daten. Genauere Ausführungen zu Methodik und Definitionen finden sich in Kapitel 19.5.2.1.3.

7.3.4.3 Biomasse

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:

$$\Delta C_{\text{Bio}} = C_{\text{Bio}f} - C_{\text{Bio}i} = A * EF_{\text{final}} - A * EF_{\text{initial}}$$

mit:

Δ C _{Bio} :	Veränderung des Kohlenstoffvorrates in der Biomasse in t*Polygon ⁻¹ *Beobachtungszeitraum ⁻¹
C _{Bio} f:	Finaler Kohlenstoffvorrat der Biomasse in t
C _{Bio} i:	Initialer Kohlenstoffvorrat der Biomasse in t
A:	Fläche der Nutzungsänderung in ha
EF _{final} :	Pflanzenspezifischer Biomassekohlenstoffvorrat in t/ha (nach Nutzungsänderung)
EF _{initial} :	Pflanzenspezifischer Biomassekohlenstoffvorrat in t/ha (vor Nutzungsänderung)

Die Verrechnung der Biomassevorräte erfolgte gemäß GPG-LULUCF (IPCC, 2003) (siehe auch Kapitel 19.5.2.3.2, im Anhang). Diesem Bericht liegen Biomasseemissionsfaktoren für

jedes Jahr seit 2000 zugrunde. Die Verrechnung, kategoriebezogene Summierung und Ausgabe der Ergebnisse entsprechend der CRF-Rubriken erfolgte mittels dafür entwickelter Programme (s. Kapitel 19.5.2, im Anhang).

7.3.5 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5.B)

Die räumlichen Unsicherheiten zur Ermittlung der Landnutzungsänderungen mittels des ATKIS[®] sind sehr gering, da es sich beim gewählten Ansatz um ein „wall to wall – Verfahren“ handelt. Fehler die hierbei auftreten, gründen sich im originalen Datenmaterial. Die Genauigkeit der Daten wird mit ± 3 m angegeben (BKG). Bei Nutzung der ATKIS[®]-Daten ergibt sich durch die Vielzahl der Transformations- und Rechenschritte ein Verrechnungs- und Rundungsfehler von im Mittel 0,31 % (Median 0,13). Dieser variiert über die Jahre und innerhalb der einzelnen Landnutzungskategorien zwischen 0,02 % und 3 %; Median 0,03). Doppelzählungen von Flächen sind durch den „wall to wall“-Ansatz, die Georeferenzierung der einzelnen Polygone und die eindeutige Identifizierungsnummer ausgeschlossen.

Ein weiterer Fehler ergibt sich aus den zur Normierung aller Systeme genutzten Datensätzen zu den Verwaltungsgrenzen des ATKIS[®] im Maßstab 1:250.000. Diese sind deutlich ungenauer als die Basis-DLM-Daten. So kommt es in den Randbereichen des Bundesgebietes zu Fehlern, die insgesamt gesehen < 1 % sind.

Da von der das ATKIS[®] verwaltenden Stelle keine Archivierung älterer Versionen durchgeführt wird, existiert eine Zeitreihe auf jährlicher Basis für das ATKIS[®] erst seit 2005. Da den Berichterstattern eine konsistente ATKIS[®]-Version für das Jahr 2000 vorliegt, kann auf dieser Grundlage für den Zeitraum vom Jahre 2000 an berichtet werden.

Bedingt durch die drei Realisierungsstufen des ATKIS-Systems (bis 2008), kam es immer wieder zu technischen Korrekturen von Grenzen (vergl. Kapitel 19.5.2.1.1.4). Solche technischen Flächenänderungen werden im Berichtssystem LULUC als Landnutzungsänderungen detektiert und können nicht von tatsächlichen Landnutzungsänderungen unterschieden werden (s. Kapitel 19.5.2.1.1.4). Ausgehend von den Vergleichsdaten der Bundeswaldinventur, wird die daraus resultierende Unsicherheit auf ca. 3 % geschätzt.

Auf Empfehlung des In-country Review-Teams 2010, wurden genauere Analysen von CORINE- und ATKIS[®] (BASIS-DLM) – Daten als Grundlage für den Nachweis der Landnutzung außerhalb des Waldes für die Jahre 1990 bis 2000 durchgeführt. Das hat deutlich gemacht, dass es unmöglich ist, zwischen CORINE und ATKIS[®] eine konsistente Landnutzungsmatrix und Zeitreihe bis zum Jahr 2000 herzustellen. Die CORINE Landnutzungskarte ist nicht konsistent mit der Landnutzungskarte aus dem ATKIS[®] (vergl. NIELAND 2009 z.B. S.87), so dass auf die Nutzung von CORINE verzichtet wurde (siehe Kapitel 7.3.6). Die Herstellung der konsistenten Zeitreihe ist in Kapitel 19.5.2.1.1.5 beschrieben.

Bei der Schätzung der Kohlenstoffverluste aus dem Boden beträgt die Bandbreite der Vorratsänderungen pro Flächeneinheit zwischen 45 % - 53 % des berichteten Mittelwerts. Die Fehler zur Bestimmung der Emissionen aus organischen Böden sind mit potentiell 75 % - > 100 % sehr groß. Ursache sind in den aus der Literatur abgeleiteten Emissionsfaktoren (Fehler von 75 % - > 100 %) und in der bisher ungenauen Ausweisung der organischen Böden zu suchen.

Aufgrund der Vorgehensweise bei der N₂O-Abschätzung pflanzen sich die Fehler, die bei der Bestimmung der Kohlenstoffvorräte auftraten, fort. Zusätzlich steigt die Unsicherheit durch die Anwendung des Default-Verfahrens. Die Unsicherheit wird mit 100 % geschätzt.

Die Fehler zur Bestimmung der Biomasseverfahren durch das hier zur Anwendung kommende Abschätzungsverfahren (Ermittlung eines mittleren Kohlenstoffemissionsfaktors für jeden Landkreis, Nutzung von Länderertragsdaten für Grünland sowie der Defaultwerte für Gehölze) kann erst beziffert werden, wenn flächenbezogene Daten für die Biomasse vorliegen bzw. landesspezifische Emissionsfaktoren für Gehölze ermittelt wurden. Die Unsicherheit wird mit 75 % als Expertenschätzung angegeben.

7.3.6 *Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5.B)*

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde durchgeführt. Die Qualitätssicherung konnte nicht durchgeführt werden.

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. Eine spezielle QA/QC – Überprüfung durch Dritte findet nicht statt.

7.3.7 *Quellenspezifische Rückrechnungen (5.B)*

Mit der diesjährigen Berichterstattung werden aufgrund der Umstellung des Berichtssystems komplett neu berechnete Daten für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 – 2009 vorgelegt. Außerdem wurde die Landnutzung 1990 – 2000 mittels Rück-Extrapolation der ATKIS[®]-Daten neu rekonstruiert und rekalkuliert, um die Inkonsistenzen bezgl. der Zeitreihe und Flächenausweisung, entstanden durch die Nutzung der CORINE Land Cover Daten für diesen Zeitraum, zu beseitigen.

Desweiteren wurde eine Neuberechnung der durch Kalkung entstandenen Emissionen durchgeführt. Die Emissionen wurden um die CO₂-Mengen korrigiert, die sich aus den Kalkmengen ergeben hatten, die fälschlicherweise aus den CaO-Angaben für Brannt- und Hüttenkalk berechnet worden waren. Durch die Korrektur der Daten ist das Tabellenwerk für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 – 2009 nun räumlich und zeitlich konsistent und vollständig.

7.3.8 *Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5.B)*

In den nächsten zwei Jahren ist die vollständige Umstellung des LULUC-Berichtssystems geplant (siehe Antwort an das ERT: Action plan for resolving issues identified by the ERT regarding KP LULUCF, Kapitel 19.5.2.7). Auf Empfehlung des ERT wurden genauere Analysen von CORINE und ATKIS[®] (BASIS-DLM) - Daten als Grundlage für den Nachweis der Landnutzung außerhalb des Waldes für die Jahre 1990 bis 2000 durchgeführt. Das hat deutlich gemacht, die CORINE Landnutzungskarte ist nicht konsistent mit der Landnutzungskarte aus dem ATKIS. Daher ist es unmöglich, mit dem bestehenden GIS-System eine konsistente Landnutzungsmatrix und Zeitreihe bis zum Jahr 2000 herzustellen. Somit wird es notwendig eine neue, konsistente Rekonstruktion der Landnutzung für die

Jahre vor 2000 vorzunehmen (vergl. NIELAND 2009 z.B. S.87). 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. Dieses Punktraster wird die räumliche und zeitliche Konsistenz in der Ackerlandberichterstattung gewährleisten sowie die Abbildung der Landnutzungsänderungen zwischen 1990 und 2000 ermöglichen. Damit einher gehen folgende Verbesserungen:

1. 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
2. Nationale Emissionsfaktoren für organische Böden (NIR 2013/2014)
3. 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
 - Berechnung der Kohlenstoffvorräte getrennt nach ober- und unterirdischer Biomasse
 - Neue landesspezifische Defaultfaktoren für die Kohlenstoffvorräte von Gehölzbeständen außerhalb von Wäldern (NIR 2012/2013)
4. GPG-gerechte Fehlerrechnung

Detailliertere Ausführungen siehe Kapitel 19.5.2.6 im Anhang.

7.4 Grünland (5.C)

7.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (5. C)

CRF 5.C										
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend						
Grass Land	l / t / T2	CO ₂	0,37 %	1,13 %	203,5 %					
Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS/D									
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung	CS/M ⁶⁹									

Die Definition von Grünland umfasst alle Wiesen- und Weideflächen, die nicht als Ackerland angesehen werden können. Außerdem fallen unter diese Kategorie auch mit Gehölzen

⁶⁹ 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.

bewachsene Flächen, die nicht unter die Walddefinition fallen, genauso wie naturbelassenes Grünland und Erholungsflächen.

Die Quellgruppen *Grassland remaining Grassland* (5.C.1) und *Land converted to Grassland* (5.C.2) sind für CO₂-Emissionen Hauptquellgruppen nach GPG-LULUCF (IPCC, 2003) nach Höhe und Trend.

Die anthropogen bedingten CO₂-Emissionen aus Grünland wurden für das Jahr 2009 mit 10.720,85 Gg abgeschätzt. 13.204,91 Gg CO₂ wurden durch die Entwässerung organischer Grünlandböden emittiert. Im selben Zeitraum wurden durch Landnutzungsänderung 1.603,44 Gg CO₂ in Mineralböden und 880,62 Gg CO₂ in der Biomasse eingebunden.

Bezüglich der Unsicherheiten und der Kalkung siehe Kapitel 7.3 (CRF 5.B) und Kapitel 19.5.2.4 im Anhang.

7.4.2 Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.C)

Siehe Kapitel 7.3.2

7.4.3 Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.C)

Siehe Kapitel 7.3.3

7.4.4 Methodische Aspekte (5. C)

siehe Kapitel 7.3.4

7.4.5 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. C)

siehe Kapitel 7.3.5

7.4.6 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. C)

siehe Kapitel 7.3.6

7.4.7 Quellenspezifische Rückrechnungen (5. C)

siehe Kapitel 7.3.7

7.4.8 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5. C)

Zusätzlich zu den in Kapitel 7.3.8 aufgeführten Verbesserungsmaßnahmen werden für den Grünlandsektor keine Verbesserungsmaßnahmen in den nächsten Jahren umgesetzt.

7.5 Wetland (5.D)

CRF 5 D				
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
Wetlands (CRF 5.D)	- / - /T2	CO ₂		

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS/D									
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung	CS/T1	T1				T1				

Die Quellgruppe Wetlands ist eine Hauptquellgruppe nach der Tier-2-Analyse für CO₂-Emissionen.

7.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (5. D)

Die deutsche Definition von Feuchtgebieten umfasst naturnahe Feuchtgebiete und Moore, offene Wasserflächen und Torfabbauflächen.

Aus Feuchtgebieten wurden im Jahr 2009 2.408,29 Gg CO₂ freigesetzt. Diese Summe setzt sich zusammen aus 2.357,13 Gg CO₂-Emissionen aus dem Abbau und der Nutzung von Torf, 97,99 Gg CO₂-Emissionen aus der Biomasse sowie einer CO₂-Einbindung von 46,83 Gg in den Mineralboden durch Landnutzungsänderung.

Die Quellgruppen *Wetlands remaining Wetlands* (5.D.1) und *Land converted to Wetlands* (5.D.2) sind keine Hauptquellgruppen nach GPG-LULUCF (IPCC, 2003).

Im Wesentlichen wird unter Feuchtgebieten über Emissionen aus organischen Böden berichtet, die im Rahmen des Torfabbaus abgetragen werden. Zu berichten ist über CO₂-Verluste auf der Abbaufäche, während des Abbaus als auch über die Emissionen infolge der Ausbringung von Torfen.

Des Weiteren wird über die Veränderungen im Kohlenstoffvorrat der ober- und unterirdischen Biomasse sowie der Böden berichtet, die infolge von Landnutzungsänderung nun mehr der Kategorie Wetlands zuzuordnen sind. Über Landnutzung im eigentlichen Sinne muss unter Wetlands nicht berichtet werden, da diese Standorte dann in eine der anderen Nutzungskategorien fallen. In Wetlands finden sich für Deutschland im Wesentlichen die wenigen, kaum vom Menschen beeinflussten, nicht drainierten, naturnahen Moorstandorte, über die nicht zu berichten ist.

Über Veränderungen im Kohlenstoffhaushalt von „flooded lands“, Wasserspeicher (Stauseen, Speicherbecken usw.) und Absetzbecken, die der Energiegewinnung, Beregnung, Schifffahrt und Erholung dienen, welche überflutet bzw. trockengelegt wurden, bzw. sehr große Wasserstandsschwankungen aufweisen, wird nicht berichtet. Diese sind flächenmäßig in Deutschland nicht von Bedeutung und sind auf Tier 1 - Niveau nicht berichtspflichtig.

7.5.2 Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken

Siehe Kapitel 7.3.2

7.5.3 Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.D)

Siehe Kapitel 7.3.3

7.5.4 Methodische Aspekte (5. D)

Die Berechnung der CO₂-Emissionen aus dem Torfabbau erfolgte nach den Vorgaben der IPCC-Guidelines 2006. In Ermangelung landesspezifischer Emissionsfaktoren wurde im Rahmen eines Tier 1 – Verfahrens auf die Defaultfaktoren der IPCC (2006) zurückgegriffen. Die der Abschätzung zugrunde liegenden Aktivitätsdaten entstammen der deutschen Officialstatistik (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, Fachserie 4, Reihe 3.1).

Die Berechnung der Veränderungen im Kohlenstoffvorrat der Böden als auch der Biomasse infolge von Landnutzungsänderungen erfolgte mittels der in Kapitel 19.5.2 beschriebenen Verfahren und Methoden. Der Kohlenstoffvorrat der ober- und unterirdischen Biomasse wurde für diese Standorte mit 30 t/ha veranschlagt.

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).

7.5.5 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. D)

Für die Qualität der Aktivitätsdaten gelten bezüglich der Landnutzung und der Landnutzungsänderungen die Aussagen aus Kapitel 7.3.5. Die Zeitreihen für die Aktivitätsdaten zum Torfabbau vom statistischen Bundesamt sind konsistent und für die gesamte Berichtsperiode verfügbar. Die Abbaufäche ist mit ca. 35.000 ha relativ konstant; genau wie die Abbaumenge, die in den letzten 6 Jahren im Mittel bei 8,26 Mio m³ ± 2,1 % lag. Die größten Unsicherheiten ergeben sich in dieser Kategorie aus der Verwendung der Emissionsfaktoren, deren Fehler bei > 100 % liegt (IPCC 2006).

7.5.6 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. D)

siehe Kapitel 7.3.6

7.5.7 Quellenspezifische Rückrechnungen (5. D)

siehe Kapitel 7.3.7

7.5.8 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5. D)

Für die Kategorie Wetlands wird angestrebt landesspezifische Emissionsfaktoren für die THG CO₂, N₂O und CH₄ aus dem Torfabbau zu ermitteln. Diesbezüglich werden im Rahmen des Projektes „Organic Soils“ Messungen vorgenommen, die alle Phasen dieser Wirtschaftsmethode umfassen (vergl. Kapitel 19.5.2.6). Die Ergebnisse werden zur Ermittlung nationaler Defaultfaktore verwendet. Die Ergebnisse dieses Projektes sollen, sobald verfügbar, in die nationale Berichterstattung einfließen (NIR 2013).

7.6 Siedlungen (5.E)

CRF 5 E				
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
Settlements (CRF 5.E)	- / - /T2	CO ₂		

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOG	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	CS/D									
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung	CS/T1									

Die Quellgruppe *Siedlungen* ist eine Hauptquellgruppe nach der Tier-2-Analyse für CO₂-Emissionen.

7.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (5. E)

In der Landnutzungskategorie Settlements muss über CO₂-Emissionen/-Festlegung der Pools Boden, Biomasse und tote organische Substanz berichtet werden, die auf Flächen liegen, die zu Siedlungs- und Verkehrszwecken ausgewiesen sind. Genaue Definitionen und Kategoriezuordnungen sind in Kapitel 19.5.2.1 aufgeführt. Die Quellgruppe *Land converted to Settlements* (5.E.2) ist für CO₂-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach GPG-LULUCF (IPCC, 2003).

Im Jahr 2009 betragen die CO₂-Austräge aus den Siedlungs- und Verkehrsgebieten Deutschlands infolge von Landnutzungsänderung 2.278,57 Gg; dies ist die Summe aus dem Verlust von 424,32 Gg CO₂ aus der Biomasse, 1.878,12 Gg CO₂-Emissionen aus organischen Böden sowie einer Einbindung von 23,86 Gg CO₂ in Mineralböden.

7.6.2 Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.E)

Siehe Kapitel 7.3.2

7.6.3 Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.E)

Siehe Kapitel 7.3.3

7.6.4 Methodische Aspekte (5. E)

Die Aktivitätsdaten zur Abschätzung der CO₂-Emissionen für die Kategorie Siedlungen entstammen dem B-DLM des ATKIS® (AdV) sowie der BÜK 1000 (BGR 1998).

Für die Abschätzung der Emissionen aus Biomasse und Böden sind vor allem die Objekte, die unter die Kategorie Siedlungsfreiflächen und Verkehr fallen interessant. Für die Entwicklung der organischen Substanz in mineralischen Böden von Siedlungsgebieten liegen keine Erkenntnisse vor. Daher wurde im zugrunde gelegten Ansatz davon ausgegangen, dass auch in Fällen, in denen der mineralische Boden nicht versiegelt wird, die Konversion innerhalb der Kategorie Siedlungsfläche zu keinen Veränderungen im Kohlenstoffvorrat der Böden führt (Tier 1). Für organische Böden in Siedlungsgebieten wird davon ausgegangen, dass sie entweder versiegelt sind oder „naturbelassen“ und daher

keine anthropogen verursachten Emissionen freigesetzt werden. Daher werden unter Settlements nur Vorratsunterschiede in der Biomasse und Böden nach Konversion berichtet.

7.6.5 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. E)

Für die Qualität der Aktivitätsdaten gelten bezüglich der Landnutzung und der Landnutzungsänderungen die Aussagen aus Kapitel 7.3.5. Da keine Daten zur Biomasse auf den einzelnen Flächen vorliegen, musste diese im Rahmen eines Expert-Judgement abgeschätzt werden; der Fehler für die hierfür zugrunde liegenden Defaultfaktoren liegt geschätzt bei 75 %. Auch die Kohlenstoffvorräte in der Biomasse werden anhand von Defaultfaktoren (Fehler 75 %) oder Erntewerten abgeschätzt.

Die Zeitreihenkonsistenz ist bezüglich der ATKIS®-Daten gesichert.

7.6.6 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. E)

siehe Kapitel 7.3.6

7.6.7 Quellenspezifische Rückrechnungen (5. E)

Siehe Kapitel 7.3.7

7.6.8 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5. E)

Die geplanten, quellenspezifischen 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 wird eine Methodik entwickelt, um Kohlenstoffvorräte und deren Veränderung in Stadtbäumen zu ermitteln (NIR 2013/2014) (vgl. Kapitel 19.5.2.6).

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 beeinflusstes, 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 7.3.2.

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 19.5.2 beschriebenen Algorithmen.

Vergl. auch Kapitel 7.3.3.

7.7.4 Methodische Aspekte (5. F)

Emissionen müssen nicht berichtet werden, daher sind Ausführungen über methodische Aspekte hinfällig.

7.7.5 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. F)

Siehe Kapitel 7.3.5.

7.7.6 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. F)

Für die Kalkung von Waldböden und der Drainierung von Waldböden wurde keine systematische Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung durchgeführt, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht.

Für Kalkung von Cropland & Grassland und N₂O-Emissionen aus Umwandlungen zu Cropland wurde eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) durchgeführt, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht. Die Qualitätssicherung konnte nicht durchgeführt werden.

7.7.7 Quellenspezifische Rückrechnungen (5. F)

Siehe Kapitel 7.3.7.

7.7.8 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (5. F)

Quellenspezifische Verbesserungen sind hinfällig.

7.8 Andere Bereiche (5.G)

Die folgenden Emissionen werden unter 5.G berichtet:

- Lachgas-Emissionen, die mit Landnutzungsänderungen zu Ackerland durch Störungen verbunden sind, da der CRF-Reporter für die Unterkategorie *5.B.2.4 Settlement converted to Cropland* keine N₂O-Emissionen vorsieht.
- CO₂-Emissionen aus der Kalkdüngung von Wäldern, da im CRF-Reporter nur landwirtschaftliche Kalkdüngung berichtet werden kann.

8 ABFALL UND ABWASSER (CRF SEKTOR 6)

8.1 Übersicht (CRF Sektor 6)

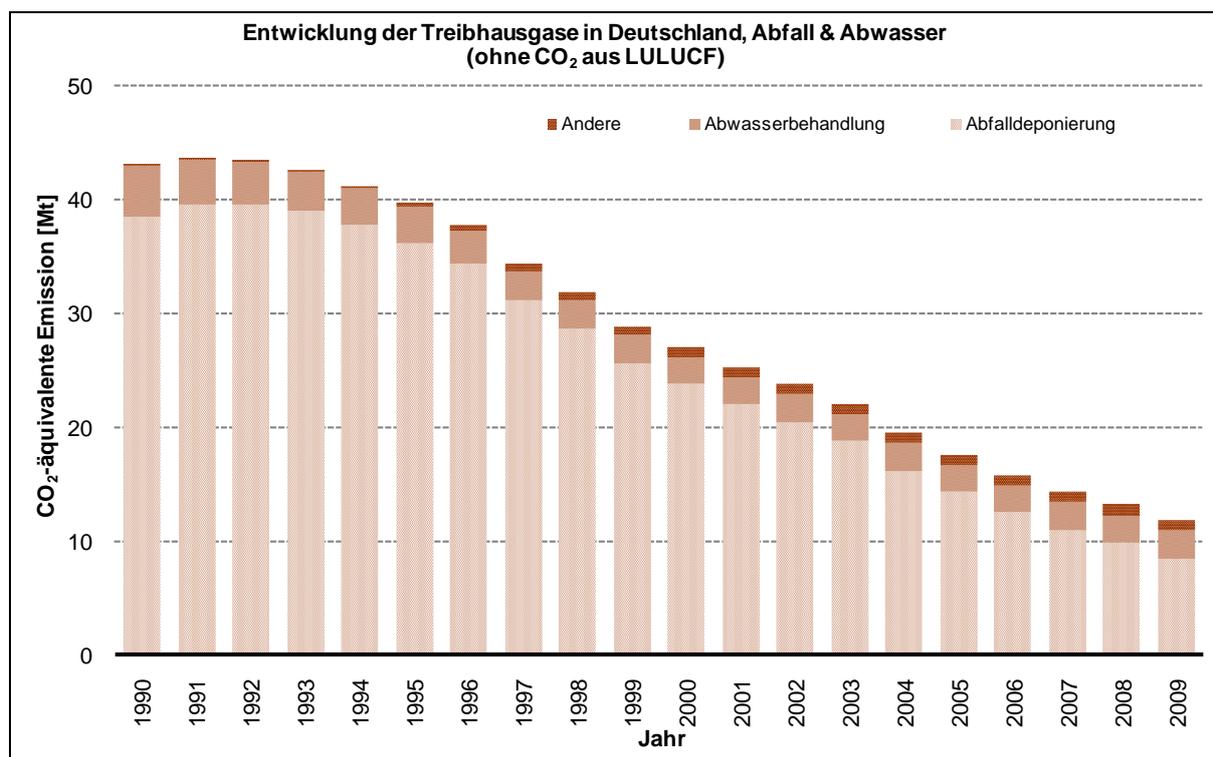


Abbildung 52: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 6

8.2 Abfalldeponie (6.A)

CRF 6.A					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2 (T2)		Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
6.A.1 Solid waste disposal on land	l / t / T2	CH ₄	3,16 %	0,90 %	-78,1 %

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)		CS/D								
EF Unsicherheiten in %		12,5								
Unsicherheitenverteilung		N								
Methode EF-Ermittlung		T2								

Die Quellgruppe *Abfalldeponie* ist für CH₄-Emissionen eine Hauptquellgruppe 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 53). 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 2008 vom 13. Juli 2010) existieren bis zum Jahr 2008. . Nach dem drastischen Rückgang der Deponierung nach 2005 wurde auf der Basis der Daten der Jahre 2006 bis 2008 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 (z.B. Behandlungsrückstände der MBA, Holzgehalte aus dem 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.

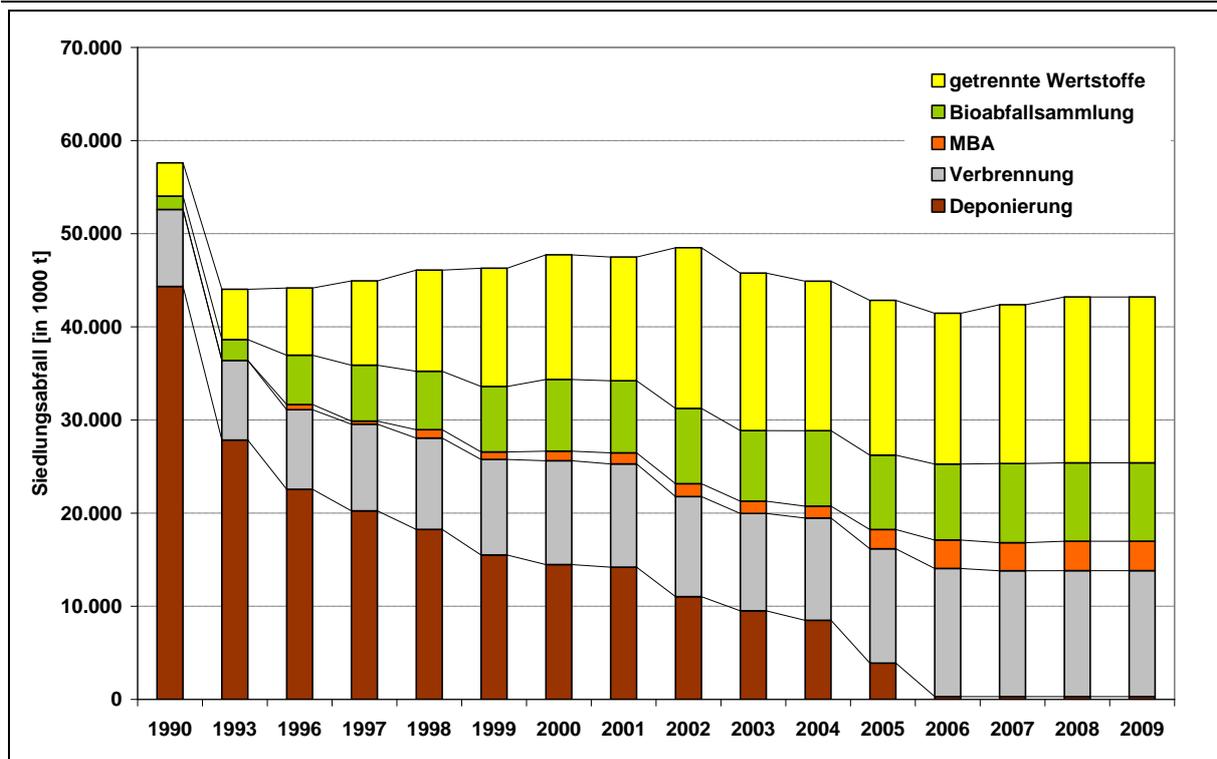


Abbildung 53: Die Veränderung der Entsorgungspfade des Hausmülls zwischen 1990 und 2009 mit Zwischenjahren

Mit der Minderung der Methanemissionen aus Deponien von 1,8 Mio. Mg im Jahr 1990 auf 0,4 Mio. Mg im Jahr 2009 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 Hauptquellgruppe darstellt. Derzeit ist in Deutschland diese Quellgruppe hinsichtlich der Emissionshöhe und dem Trend eine Hauptquellgruppe.

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 38 berechnet:⁷⁰

Gleichung 38: (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 $x = \text{erstes Jahr bis } t$

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 38 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 39 widerspiegelt:

Gleichung 39 (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.

⁷⁰ 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 54). 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.

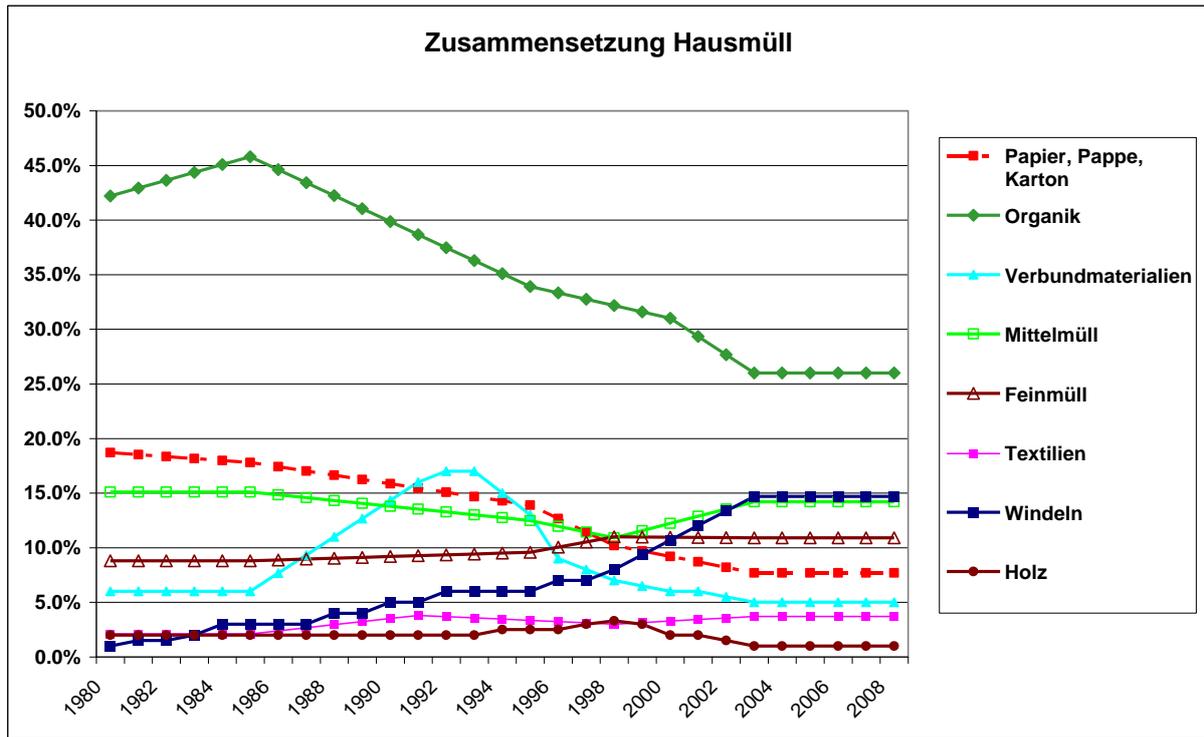


Abbildung 54: Trend in der Zusammensetzung des Hausmülls (ABL) zwischen 1980 und 2008

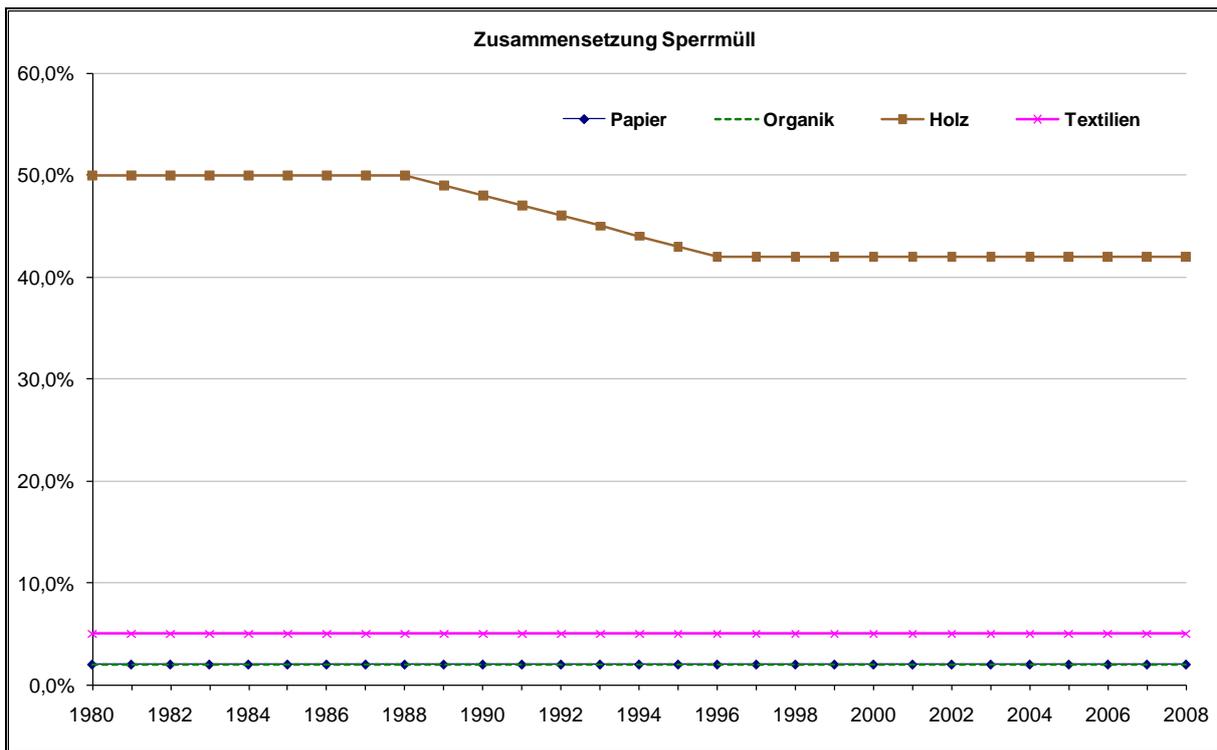


Abbildung 55: Trend in der Zusammensetzung des Sperrmülls (ABL) zwischen 1980 und 2008

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 223 beschreibt die Entwicklung der Mengen der biologisch abbaubaren Abfälle, die deponiert wurden.

Tabelle 223: Mengen an biologisch abbaubaren Abfällen, die zwischen 2002 und 2009 deponiert wurden, aufgeteilt nach Abfallfraktionen

Abfallfraktion	Einheit	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Organik	1000 t	2.050	2.227	1.667	785	1	0	0	0
Garten- und Parkabfälle	1000 t	186	137	211	160	94	116	134	155
Papier	1000 t	1.448	1.515	995	499	26	12	9	0
Textilien	1000 t	336	376	293	135	5	3	2	1
Holz	1000 t	687	529	438	199	20	24	18	19
Windeln	1000 t	920	1.215	906	429	0	0	0	0
Windeln + Textilien	1000 t	1.256	1.592	1.199	564	5	3	2	1
Verbundstoffe	1000 t	379	414	309	146	7	5	4	2
Klärschlamm	1000 t TM	413	398	348	634	130	129	133	134
MBA Output	1000 t	0	0	743	1.092	665	545	616	560

Während der Inventarüberprüfung in 2010 verlangte das Überprüfungsteam, dass auch CH₄-Emissionen aus deponierten MBA-Reststoffen in die Berechnung der Emissionen aus der Deponierung einbezogen werden sollten. Diese Fraktion wurde inzwischen einbezogen, es gibt jedoch weder eine eindeutige Methode, noch geeignete nationale Parameter für diese Abfallkategorie. Es liegen auch noch keine Ergebnisse über das Verhalten von deponierten MBA-Abfällen aus der realen Deponierung vor, sondern lediglich Laborergebnisse, so dass diese Ergebnisse mit sehr hohen Unsicherheiten behaftet sind und die tatsächlichen Emissionen aus den deponierten MBA-Abfällen wahrscheinlich wesentlich geringer sind.

Entsprechend der Empfehlungen aus der Inventarüberprüfung 2010 (Paragraph 146, FCCC/ARR/2010/DEU) wurden für die Berichterstattung 2011 zusätzliche Informationen zur Verfügung gestellt. Tabelle 224 stellt die deponierte Abfallmenge pro Kopf und Tag zwischen 1990 und 2009 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 224: Pro-Kopf-Mengen an deponierten Hausmüll

	Einheit	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Deponierte Abfallmenge pro Kopf	kg/Kopf/Tag	1.389	0.655	0.284	0.327	0.211	0.226	0.196	0.135	0.031	0.027	0.030	0.029

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 225 enthalten.

Tabelle 225: Verwendete DOC-Werte

Fraktion	DOC	Quelle
Organik	18%	Verschiedene nationale Studien weisen höhere DOC- Gehalte als der IPCC default aus
Garten- und Parkabfälle	20%	Nationaler Wert
Papier und Pappe	40%	IPCC Default
Holz und Stroh	43%	Nationaler Wert liegt etwas höher als IPCC default
Textilien	24%	Nationaler Wert
Windeln	24%	Nationaler Wert
Verbundstoffe	10%	Nationaler Wert
Klärschlamm	50%	IPCC default für Klärschlamm bezogen auf Trockenmasse
MBA Abfälle	2,3%	Nationaler Wert

8.2.1.2.5 DOC_F

DOC_F, der Anteil des in Deponiegas umwandelbaren DOC, wird für Siedlungsabfall mit 50 % angenommen, was auf einer nationalen Studie (RETTENBERGER et al, 1997: S. 277) basiert. Dieser Wert liegt im Rahmen der IPCC Defaults von 0.5-0.6.

8.2.1.2.6 F = Anteil des CH₄ am Deponiegas

Für F wird 50%, der Mittelwert aus der Bandbreite des IPCC Default-Wertes, angenommen. Dieser Wert basiert auf Daten des Statistischen Bundesamtes für die Jahre 2004, 2006 und 2008 (STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 19 Reihe 1).

8.2.1.2.7 Halbwertszeit

Das Berechnungsmodell ist ein Multi-Phasen-Modell, das die unterschiedlichen Halbwertszeiten der verschiedenen Abfallfraktionen berücksichtigt. Tabelle 226 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 Berichtstattung 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 40 abgeleitet werden.

Gleichung 40: (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 226: 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 1993⁷¹ 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 13.06.2010 veröffentlicht. 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 Deponieebertreibern 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 den 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.

⁷¹ Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von >Siedlungsabfälle (Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz) vom 14. Mai 1993

Tabelle 227: Methanfassung auf Deponien

	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Deponiegasnutzung für die öffentliche Stromerzeugung entsprechend den Energiedaten	TJ	9704	9588	9472	9356	11970	13238	14007	14458	14458
Erfasstes Deponiegas	Mio. m ³	571	564	557	550	704	779	824	850	850
Für die Stromerzeugung genutzte CH ₄ -Menge	Gg CH ₄	205	202	200	198	253	280	296	305	305
Fackelmengen an Deponiegas entsprechend der Abfallstatistik	Mio. m ³	70	70	70	70	70	53	37	29	21
Abgefackelte CH ₄ -Mengen	Gg CH ₄	25	25	25	25	25	19	13	10	7
Deponiegasnutzung zur Eigenverwendung für Strom/Wärme entsprechend den Daten aus der Abfallstatistik	Mio. m ³	341	358	375	392	409	414	420	361	302
Für den Eigenbedarf genutzte CH ₄ -Mengen	Gg CH ₄	122	129	135	141	147	149	151	130	108
Gesamtmenge erfasstes CH ₄	Gg CH ₄	352	356	360	363	425	447	460	445	421

Die Daten zur energetischen Nutzung des Klärgases lagen für das Jahr 2009 noch nicht vor, daher wurde die erfasste und genutzte Methanmenge für das Jahr 2009 konstant gegenüber 2008 gehalten. Nachdem die Veränderungen der Zeitreihe von Jahr zu Jahr bei der CH₄-Erfassung gering sind, ist der resultierende Fehler ebenfalls gering und wird durch eine Neuberechnung ersetzt, sobald die Energiedaten vorliegen.

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 Quellenspezifische 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 xxx) 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 Quellenspezifische Rückrechnungen (6.A.1)

Rückrechnungen zwischen der Resubmission 2010 und der diesjährigen Berichterstattung sind nicht erforderlich. Rückrechnungen aufgrund des In-Country-Reviews 2010 finden sich im Kapitel 10.5.2.12. Während der Inventarüberprüfung in 2010 wurden sowohl die CH₄-Erfassung als auch die Abfallmengen für die Jahre 2006 bis 2008 revidiert. Die während der Überprüfung erfolgten Veränderungen wurden konsistent auf 2009 übertragen.

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.

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.

8.3 Abwasserbehandlung (6.B)

CRF 6.B					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)		Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
6.B - Domestic and Commercial Wastewater	- / t	CH ₄	0,18 %	0,01	-96,4 %
6.B - Domestic and Commercial Wastewater	- / - / T2	N ₂ O			

Die Quellgruppe *Abwasserbehandlung* ist für CH₄-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach dem Trend (siehe Tabelle 7). Aufgrund der seit 1990 stark fallenden Emissionen (-96,4 %) und des dadurch erreichten sehr geringen Emissionsniveaus (liegt 2009 bei 2,4 % des Beitrags der kleinsten im Levelverfahren identifizierten Hauptquellgruppe) hat die Nationale Koordinierungsstelle aus Gründen der Ressourcenpriorisierung entschieden, die für Hauptquellgruppen 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)

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	NA	NO	NO	NO	NO	NA	NO	NO	NO	NO
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung										

Die Quellgruppe Methanemissionen der industriellen Abwasser- und Schlammbehandlung (6.B.1) ist nur über die aggregierte Quellgruppe Abwasserbehandlung (6.B) eine Hauptquellgruppe. Sie wird zurzeit nicht berechnet. In den vergangenen Jahren wurden in der obigen Übersichtstabelle aufgrund eines Übertragungsfehlers die Daten der kommunalen Abwasserbehandlung (6.B.2) wiedergegeben, wodurch 6.B.1 fälschlicherweise als Hauptquellgruppe ausgewiesen wurde.

Im Gegensatz zum häuslichen Abwasser ist die Zusammensetzung des industriellen Abwassers wenig homogen und stark von den einzelnen Industriezweigen abhängig. Die biologische Stufe der industriellen Abwasserreinigung wird in Deutschland teils aerob teils anaerob durchgeführt. 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. Ähnlich wie in der Behandlung kommunaler Abwässer treten auch bei der industriellen Abwasserbehandlung keine Methanemissionen auf, die in die Umwelt gelangen. Bei den angewendeten Verfahren handelt es sich entweder um aerobe Behandlung oder um anaerobe Faulung, bei der aber das entstehende Gas entweder energetisch genutzt oder abgefackelt wird. 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)

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)	NA	D/CS	NO	NO	NO	D/CS	NO	NO	NO	NO
EF Unsicherheiten in %		- s. Text				- s. Text				
Unsicherheitenverteilung		L				L				
Methode EF-Ermittlung		D/CS				D				

Die Quellgruppe Kommunale Abwasserbehandlung ist eine Hauptquellgruppe.

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 (vergleiche Tabelle 228). Für die durchschnittliche organische Fracht wird 60 g BSB₅ pro Einwohner angenommen. Dabei handelt es sich einerseits um den IPCC Default Wert, andererseits wird dieser Wert aber auch in Deutschland als statistischer Mittelwert verwendet.

Tabelle 228: Organische Fracht des Abwassers in abflusslosen Gruben

Organische Fracht [BSB ₅ in kt/a]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Abflusslose Gruben	180,33	172,45	164,57	156,69	148,80	140,92	105,41	69,90	34,38	31,06
davon West	91,69	87,45	83,21	78,97	74,74	70,50				
davon Ost	88,65	85,01	81,37	77,72	74,08	70,43				
Organische Fracht [BSB ₅ in kt/a]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Abflusslose Gruben	27,74	24,42	23,20	21,98	20,76	19,18	17,59	16,01	14,42	12,84

Kursive Zahlen: Inter- und extrapolierte Werte
(STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 19 Reihe 2.1, 2009)

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 Hauptquellgruppen gefordert, ist nicht möglich, da die Stoffströme der abflusslosen Gruben nicht separat erfasst werden.

Tabelle 229: Methanemissionen aus abflusslosen Gruben

Methanemissionen: [kt CH ₄]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Abflusslose Gruben	54,10	51,74	49,37	47,01	44,64	42,28	31,62	20,97	10,31	9,32
Methanemissionen: [kt CH ₄]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Abflusslose Gruben	8,32	7,33	6,96	6,59	6,23	5,75	5,28	4,8	4,33	3,85

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 und 2009 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)

Es wurden Rückrechnungen für die Jahre 2005-2008 durchgeführt (siehe Tabelle), da mit der Fachserie 19 Reihe 2.1 von 2009 die Datenbasis aktualisiert wurde.

Tabelle 230: Rückrechnung der CH₄-Emissionen aus dem kommunalen Abwasser für die Jahre 2005-2008 und Auswirkung auf die Treibhausgaskonzentration

6.B.2 CH ₄ aus kommunalem Abwasser	Einheit	2005	2006	2007	2008
Resubmission 2010	[Gg	123,12	115,43	107,75	100,07
Submission 2011	CO ₂ -	120,82	110,84	100,86	90,88
Differenz absolut	Äquiv.]	-2,30	-4,60	-6,90	-9,20
Differenz relativ	[%]	-1,87	-3,98	-6,40	-9,19

Zusätzlich wurde für die Jahre 2006-2008 eine Diskrepanz zwischen den im NIR berichteten und den letztlich im CRF-Reporter übermittelten Bevölkerungszahlen des Statistischen Bundesamtes festgestellt. Grund hierfür war, dass bei der Berechnung der Emissionen im ZSE eine alternative Bevölkerungsdatenquelle des Statistischen Bundesamtes (Fachserie 1 Reihe 1.3) herangezogen wurde. Die Aktualität beider Quellen divergiert um ca. ½ Jahr. Die Unterschiede zwischen beiden Quellen und die Auswirkung auf die Emissionen sind derart gering, dass auf eine Darstellung an dieser Stelle verzichtet wird.

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:
Maschinelles 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 Methodische Aspekte (6.B.2 Schlammbehandlung)

Die Emissionsfaktoren der offenen Schlammfäulung und die daraus ermittelten Methanemissionen sind in Tabelle 231 aufgeführt.

Tabelle 231: 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)⁷². 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.

⁷² Der Emissionsfaktor wurde ermittelt indem die Differenz aus den Methanemissionen der psychrophilen Schlammstabilisierung in den neuen Bundesländern und der anfallenden Klärschlammmenge gebildet worden ist.

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.).

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 (vergleiche Tabelle 232).⁷³

73 FAO Statistical Yearbook 2004 Vol.1/1
http://www.fao.org/statistics/yearbook/vol_1_1/index.asp; September 2007

- Entsprechend dem FAO statistical yearbook 2007 – 2008⁷⁴ werden für Deutschland durchschnittliche Eiweißzufuhren pro Person und Tag von 95 g (1994-1996), 97 g (1999 – 2001) und 99 g (2003-2005) angegeben (vergleiche Tabelle 232).

Tabelle 232: Tägliche Eiweißzufuhr pro Person in Deutschland

	[g/Einwohner und Tag]									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Eiweißzufuhr	98	98	97	96	95	95	95	96	96	97
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	97	97	98	99	99	99	99	99	99	99

Kursive Zahlen: Extrapolierte bzw. fortgeschriebene Werte
(FAO, FAO statistical yearbook 2004 & 2007 – 2008)

Tabelle 233: Bevölkerung in Deutschland

	[in 1000]									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Einwohner	79.753	80.275	80.975	81.338	81.539	81.817	82.012	82.057	82.037	82.163
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	82.260	82.440	82.537	82.532	82.501	82.438	82.315	82.218	82.002	81.802

(STATISTISCHES BUNDESAMT, Statistisches Jahrbuch 2010)

Mit Hilfe von Tabelle 232 und Tabelle 233 sowie der IPCC-Methode können die Lachgasemissionen ermittelt werden, vergleiche Tabelle 234.

$$N_2O_{(s)} = Protein \times Frac_{NPR} \times NR_{PEOPLE} \times EF_6$$

dabei:

$$N_2O_{(s)} = N_2O \text{ Emissionen des menschlichen Abwassers (kg } N_2O - N / a)$$

$$Protein = \text{jährliche Eiweißzufuhr (kg / person / a)}$$

$$NR_{PEOPLE} = \text{Zahl der Einwohner im Land}$$

$$EF_6 = \text{Emissionsfaktor (Default 0,01 (0,002 – 0,12) kg } N_2O - N / \text{kg produziertes Abwasser – N)}$$

$$Frac_{NPR} = \text{Anteil an Stickstoff im Eiweiß (Default = 0,16 kg N / kg Eiweiß)}$$

Tabelle 234: Lachgasemissionen in Deutschland nach IPCC-Methode

	[t N ₂ O]									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
N ₂ O Emissionen	7.173	7.220	7.208	7.166	7.109	7.133	7.150	7.204	7.253	7.314
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	7.323	7.339	7.423	7.498	7.496	7.490	7.479	7.470	7.450	7.432

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 2003-2005 wurden dem FAO Statistical Yearbook 2007-2008 Table D.1 entnommen. Werte für 1992 und 1993

74 FAO Statistical Yearbook 2007-2008 table D.1; <http://www.fao.org/economic/ess/publications-studies/statistical-yearbook/fao-statistical-yearbook-2007-2008/d-consumption/en/>; August 2009

entsprechen dem arithmetischen Mittel aus 1991 + 1994; Werte für 1997 und 1998 entsprechen dem arithmetischen Mittel aus 1996 + 1999; der Wert für 2002 entspricht dem arithmetischen Mittel aus 2001 + 2003. Die Aktivitätsraten ab 2006 sind die Fortschreibung der im FAO statistical yearbook 2007/2008 veröffentlichten Daten für 2005.

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) und eine Qualitätssicherung wurden durch die Nationale Koordinierungsstelle 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)⁷⁵ 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 Tag⁷⁶ abgeleitet werden.

Zur Bestimmung der N₂O-Emissionen des Abwassers wird auf die FAO-Datenbasis der Statistical Yearbooks 2004 (Vol.1/1) und 2007–2008 (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 neuen 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)

Für die Jahre 2006-2008 wurde eine Diskrepanz zwischen den im NIR berichteten und den letztlich im CRF-Reporter übermittelten Bevölkerungszahlen des Statistischen Bundesamtes festgestellt. Grund hierfür war, dass bei der Berechnung der Emissionen im ZSE eine

75 Der Ernährungsbericht wird im vierjährigen Rhythmus herausgegeben.

76 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.

alternative Bevölkerungsdatenquelle des Statistischen Bundesamtes (Fachserie 1 Reihe 1.3) herangezogen wurde. Die Aktualität beider Quellen divergiert um ca. ½ Jahr. Die Unterschiede zwischen beiden Quellen und die Auswirkung auf die Emissionen sind derart gering, dass auf eine Darstellung an dieser Stelle verzichtet wird.

8.3.2.3.6 Geplante Verbesserungen (6.B.2 Lachgas kommunal)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

8.4 Abfallverbrennung (6.C)

Die Abfallverbrennung erfolgt in Deutschland vollständig unter energetischer Nutzung, weshalb die entstehenden Emissionen zur Vermeidung von Doppelzählungen im Energieteil (CRF 1) berichtet werden. Aufgrund der energetischen Nutzung fallen somit unter 6.C keine Emissionen an (NO).

8.5 Andere Bereiche (6.D)

In der Quellgruppe 6.D werden die Emissionen aus Kompostierungsanlagen (6.D.1) und der Mechanisch-biologische Abfallbehandlung (6.D.2) berichtet.

CRF 6.D				
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t) / Tier 2(T2)	Schadstoff (HQG)	1990 - Anteil an der Gesamtemission	2009 - Anteil an der Gesamtemission	Trend
--	--			

8.5.1 Andere Bereiche - Kompostierungsanlagen (6.D.1)

8.5.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.D.1)

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)		CS				CS				
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung		T1/CS				T1/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 235: 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	9.089

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:

$$\text{EF-N}_2\text{O} = 83 \text{ g N}_2\text{O/Mg Bioabfall}$$

$$\text{EF-CH}_4 = 2,5 \text{ kg CH}_4/\text{Mg Bioabfall}$$

Für Grünabfälle ermittelte die gleiche Studie die folgenden Emissionsfaktoren:

$$\text{EF-N}_2\text{O} = 60,3 \text{ g N}_2\text{O/Mg Grünabfall}$$

$$\text{EF-CH}_4 = 3,36 \text{ kg CH}_4/\text{Mg Grünabfall}$$

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 2008 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.

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.

8.5.2 Andere Bereiche - Mechanisch-biologische Abfallbehandlung (MBA) (6.D.2)**8.5.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.D.2)**

Schadstoff	CO ₂	CH ₄	HFC	PFC	SF ₆	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Emissionsfaktor (EF)		CS				CS				
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung		T1/CS				T1/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 nicht ausgeräumt werden konnten. Die Daten des *Statistischen Bundesamtes* erfassen nicht alle Anlagenarten, 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 2008 3,9 Mio. Mg/a Abfälle und nach den Ergebnissen des Forschungsprojektes 4,9 Mio. Mg/a mechanisch-biologisch behandelt, Um eine Unterbewertung der Treibhausgasemissionen der MBA auszuschließen erfolgt die Emissionsberechnung auf der Grundlage der höheren Abfallmengen des Forschungsprojektes.

Aktivitätsdaten

Die in MBA behandelten Abfallmengen werden seit 1995 regelmäßig vom Statistischen Bundesamt erhoben und veröffentlicht. Für das Jahr 2007 wurden Daten aus dem Forschungsprojekt „Anlagen zur mechanisch-biologischen Restabfallbehandlung“ (UBA, 2007) übernommen, da Unstimmigkeiten in den Daten des Statistischen Bundesamtes nicht ausgeräumt werden konnten.

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

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 Quellenspezifische 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 Quellenspezifische 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.

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 dem mit der Resubmission 2010 übermittelten Inventar und dem des aktuellen Berichtsjahrs 2011 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 Hauptquellgruppenanalyse methodische Änderungen für einzelne Quellgruppen erforderlich werden. Darüber hinaus gibt es eine Reihe von fachlichen Gründen, die eine Rückrechnung erforderlich machen können.

Basis der Rekalkulationen sind daher die mit der Resubmission 2010 übermittelten Inventardaten. Die Daten der Submission 2010 sind dagegen nicht Inhalt und Grundlage der folgenden Betrachtungen und sind vielmehr als überholt zu betrachten.

Da für die Resubmission 2010 kein Inventarbericht existiert, werden die zwischen der nunmehr veralteten Submission 2010 und der Resubmission 2010, auf die sich die dargestellten Rekalkulationen beziehen, erfolgten Neuberechnungen im separaten Kapitel 10.5 näher erläutert.

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 2011 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):

- Umstellung der zuletzt für 2008 verwendeten Aktivitätsdaten von den Auswertungstabellen auf die Energiebilanz (1.A)
- Aktualisierung des Kalksteineinsatzes in der Rauchgasreinigung (1.A.1.a)
- Umfassende Rekalkulationen nach Umstellung auf Tier 3 (1.A.3.a, 1.C.1.a)
- Überarbeitung des Splitfaktors nationaler an gesamtem Flugverkehr 1990-2002 (1.A.3.a, 1.C.1.a)
- Abgleich der Aktivitätsdaten mit den Angaben der Energiebilanz (1.A.3.a, 1.C.1.a)
- Erstmalig Erfassung von mitverbrannten Schmierstoffen (1.A.3.a)
- Aktualisierung (ab 1995) der TREMOD-Software (aktuell Version 5.11) (1.A.3.b)
- Aktualisierung der Aktivitätsdaten für den Einsatz von Flüssiggas 2008 (1.A.3.b)
- Verwendung aktualisierter Angaben der Energiebilanzen für den Einsatz von Diesel (2008) bzw. Biodiesel (ab 2006: Umstellung von berechneten auf Energiebilanz-Werte) (1.A.3.c).
- Erstmalige Erfassung der Mitverbrennung von Schmierstoffen in der Binnenschifffahrt (1.A.3.c, 1.A.3.d)
- Nutzung extrapolierter Aktivitätsdaten für den Einsatz von Diesel und Biodiesel in der Binnenschifffahrt aufgrund fehlerhafter Energiebilanzen (2007-2009) (1.A.3.d)
- Umstellung von berechneten auf Energiebilanz-Werte für den Einsatz von Biodiesel (nur 2006) (1.A.3.c).
- Anpassung der EF(CH₄) an TREMOD bzw. TREMOD-MM (ab 1995) (1.A.3.c, d, e ii & 1.A.4.c ii)
- Erstmalige Erfassung der Emissionen der nationalen Hochseefischerei (1.A.4.c iii)
- erstmaligen Erfassung von CO₂-Emissionen aus mitverbrannten Schmierstoffen (1.A.5.b)
- Neue Erkenntnisse im Bereich Lagerung von Mineralöl und Mineralölprodukten im Bereich der CH₄- und NMVOC-Emissionen (1.B.2.a vi)

- Nutzung spezifischerer EF(CH₄) und EF(NMVOOC) für Emissionen aus dem Umschlag von Ottokraftstoffen an Tankstellen (1.B.2.a v)
- Neuberücksichtigung von Emissionen aus Fackeln in Raffinerien mittels eines neuen EF(CO₂) (1.B.2.c)

Industrieprozesse:

- Bisheriger EF(CO₂) für Methanol durch IPCC-Default (670 kg CO₂/t, IPCC-GL 2006) ersetzt (2.B.5)
- Änderung des EF(SF₆) von Aluminiumgießereien ab 1999 (2.C.4)
- Änderung der Emissionen aus Haushaltskühlgeräten (Veränderte Lebensdauer und Entsorgungsemissionen) (2.F.1.a)
- Korrektur der Anzahl der im Jahr 2008 weltweit produzierten Kühlcontainer (2.F.1.c)
- Anpassung der Entsorgungsemissionen von stationären Großklimaanlagen (2.F.1.e)
- Korrektur der Emissionsdaten von Wärmepumpen aufgrund der Überarbeitung des verwendeten Berechnungsverfahrens (2.F.1.e)
- Änderungen der Emissionsdaten von Klimaanlagen in Bussen, Landmaschinen, Schiffen, Nutz- und Schienenfahrzeugen aufgrund neuer Erkenntnisse. (2.F.1.f)

Lösemittel und andere Produktverwendung:

- Rückrechnung der NMVOC-Emissionen auf Grundlage eines Forschungsprojektes (3.A-D)
- Änderung der indirekten CO₂-Emissionen aufgrund neuer Nutzung des Referenzansatzes der 2006 IPCC GL (3.A-D)
- Reduzierung des EF(N₂O) für Sprengstoffe von 3,4 auf 0,1036 kg N₂O/t Sprengstoff aufgrund neuer Messergebnisse (3.D)
- Rekalkulation der N₂O-Emissionen von Sprühsahnedosen mit Hilfe neuer Daten (3.D)
- Geänderte N₂O-Emissionsdaten in der Anästhesie aufgrund neuer Daten vom Industriegaseverband (3.D)
- Änderung der N₂O-Emissionen aus der Halbleiterindustrie auf Grundlage neuer Daten vom ZVEI (3.D)

Landwirtschaft (auszugsweise):

- Rinderzahlen stammen ab 2008 aus HIT-Datenbank, in der jedes Tier erfasst wird (bis 2007 weiterhin aus der amtlichen Statistik, in der wegen Abschneidegrenzen nicht jedes Tier erfasst wird) (4.A, 4.B)
- Verzicht auf Korrektur der Pferdezahlen ab 1999 und der Schafzahlen 1990 bis 1998 (4.A, 4.B)
- Aktualisierung der Zeitreihen der verschiedenen Haltungsverfahren von Legehennen für 1990 bis 2009 (4.B)
- Änderungen in der Berechnung der Gesamtenergieaufnahme bei Milchkühen, Mastbullen, Mutterkühen und Mastschweinen mit Auswirkung auf die Ausscheidungen (4.A)
- Korrektur eines Fehlers bei allen Festmist-Haltungsverfahren in der Berechnung der TAN-Immobilisierung im Stall (4.B., 4.D)
- Änderung des Einflusses des Weidegangs auf die Aufteilung der Ausscheidungen auf Stall und Weide bei Pferden, Eseln und Maultieren (4.B)

- Berücksichtigung aktueller Daten zu den Reinigungszeiten zwischen den Mastdurchgängen bei Masthähnchen (4.B)
- Rückkehr zum Verfahren nach den IPCC 1996 Guidelines bei der N₂O-Berechnung infolge Wirtschaftsdüngerausbringung (4.D)
- Aktualisierung der Datenbasis für die Erträge von Wiesen, Mähweiden und Feldfutterbau (4.D)
- Überarbeitung der Berechnungsmethode für die durch Auswaschung und Oberflächenabfluss bedingten N-Verluste aus dem Boden (vorhergehende N-Verluste durch Emissionen von N-Spezies werden nun berücksichtigt) (4.D)

Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft:

- Neuberechnung der Kohlenstoffveränderung der Biomasse für den verbleibenden Wald, für Neuwald und für Entwaldung (5.A.1, 5.A.2, 5.B.2.1-5.F.2.1)
- Erstmalige Erfassung von Kohlenstoffemissionen durch die Streu für den verbleibenden Wald (5.A.1)
- Rekalkulation der Kohlenstoffveränderung in der Streu für Neuwald und Entwaldung (5.A.2, 5.B.2.1-5.F.2.1)
- Erstmalige Abschätzung der Emissionen aus „Toter organischer Substanz“ ab 1990 (CRF 5)
- Vollständige Neuberechnung der Datensätze 5.B – 5.F
- Neuberechnung der Daten zur N₂O-Freisetzung infolge von Landnutzungs-änderung zu Ackerland (5 (III))

Abfall und Abwasser:

- Aktualisierung der Datenbasis für die Jahre 2005-2008 anhand der Fachserie 19 Reihe 2.1 des Statistischen Bundesamtes von 2009 (6.B)
- Korrektur der Diskrepanz von für die Jahre 2006-2008 in NIR und CRF-Tabellen erfassten Bevölkerungszahlen (6.B, 6.B.2)

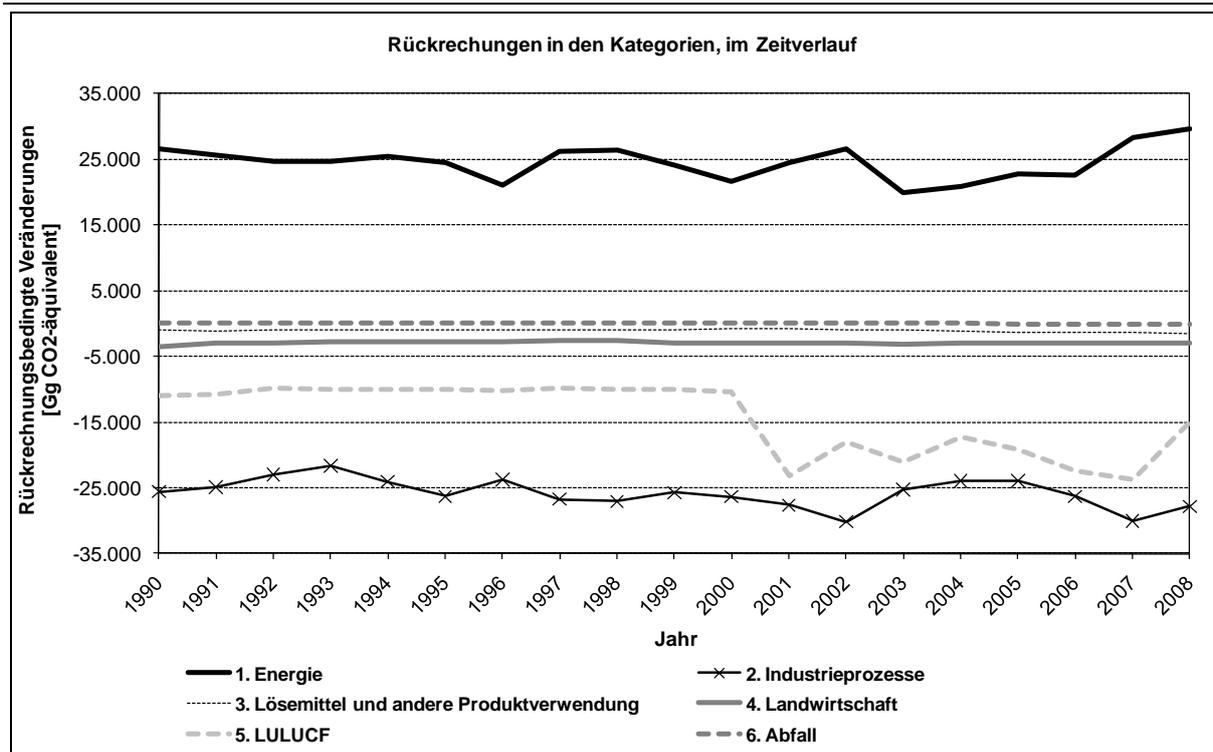


Abbildung 56: Änderung der Gesamtemissionen über alle Kategorien im Vergleich zur Resubmission 2010 für die gesamte Zeitreihe

10.1.1.3 Rückrechnungen im Inventar 2011 nach Substanzen

Rückrechnungen erfolgten in folgenden Quellgruppen (siehe jeweils Nennungen unter 10.1.1.2):

Tabelle 236: 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	x		x	
4 – Landwirtschaft				
5 – LULUCF	x	x	x	
6 – Abfall & Abwasser			x	

Tabelle 237: Rückrechnungen des Inventars gegenüber der vorjährigen Berichterstattung

	Basisjahr (1990/ 1995)	2008
	Veränderung in [%]	
Gesamt (CO₂-äquiv.)	-0,21%	-0,27%
CO ₂	0,03%	0,50%
CH ₄	0,11%	-0,50%
N ₂ O	-3,44%	-5,61%
HFC, PFC, SF ₆	0,00%	-14,31%

Quelle: eigene Berechnungen, Emissionen ohne LULUCF

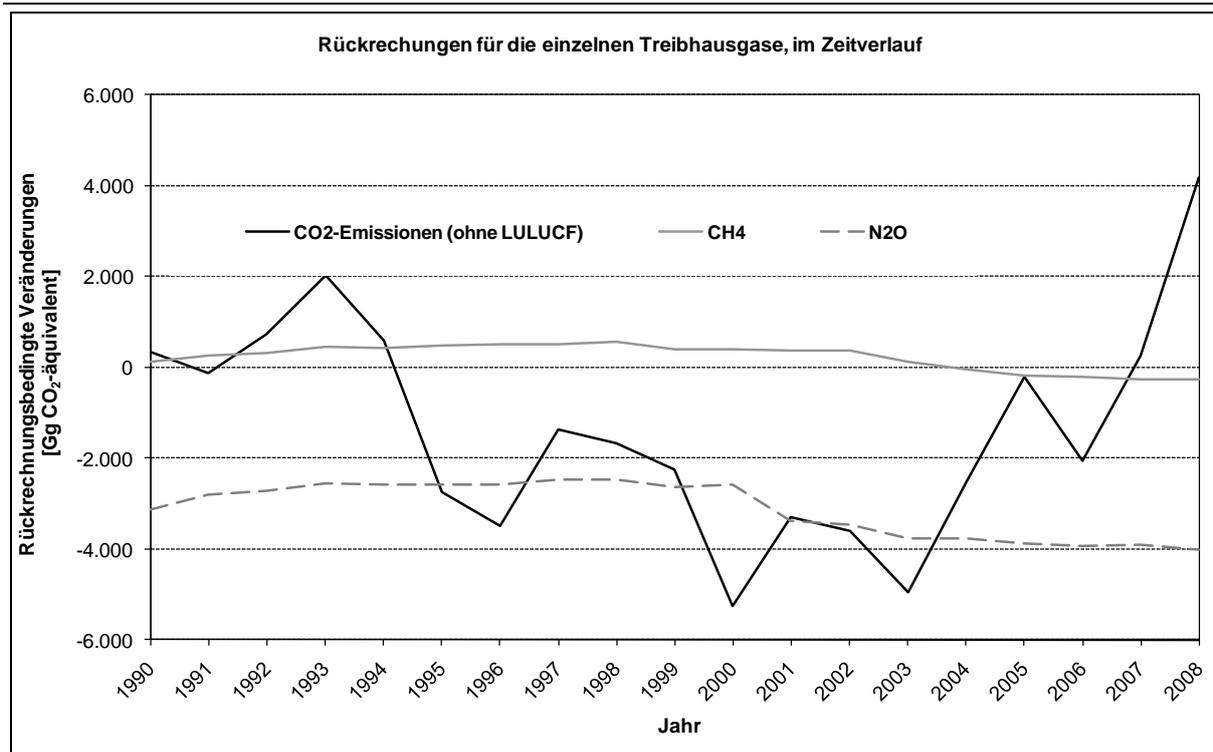


Abbildung 57: Rückrechnung der schadstoffbezogenen Gesamtemission über alle Quellgruppen im Vergleich zur Resubmission 2010, für die gesamte Zeitreihe

10.1.1.4 Rückrechnungen als Umsetzung von Ergebnissen des Review Prozesses

Im Folgenden werden nur solche Rekalkulationen erfasst, die nicht schon in der aus In-Country-Review 2010 resultieren Resubmission 2010 umgesetzt wurden, also nicht Teil des Saturday Letters waren.

Gegenüber dieser Resubmission, die die Datenbasis für die hier beschriebenen Rekalkulationen darstellt, erfolgten nur noch geringfügige Review-bedingte Rückrechnungen:

- Erfassung der CH₄ und N₂O-Emissionen aus mitverbrannten Schmierstoffen (mobile Quellen) als ‚IE‘ (included elsewhere) anstelle ‚NE‘ (not estimated) aufgrund der Annahme, dass die Mitverbrennung von Schmierstoffen bereits in den EF der in den jeweiligen Quellgruppen verwendeten (flüssigen) Brennstoffe enthalten sind.
- Lachgasemissionen für die Abfackelung bei der Förderung von Erdöl und Erdgas sowie der Gasaufbereitung (1.B.2.b und 1.B.2.c).
- Für den gesamten LULUCF-Sektor erfolgte eine Neuberechnung der Landflächenmatrix (5.A-5.F)
- Neukalkulierung der Kohlenstoffverluste in den organischen Böden für Neuwaldflächen (5.A.2)

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 2010 nach Quellgruppen

- Neukalkulierung der Kohlenstoffveränderung der Biomasse für den bewirtschafteten Wald, für Aufforstungen und für Entwaldungen (KP 3.4, KP 3.3)
- Erstmalige Erfassung von Kohlenstoffemissionen durch die Streu für den bewirtschafteten Wald (KP 3.4)
- Neuberechnung der Emissionen durch Kalkung für den bewirtschafteten Wald (KP 3.4)
- Rekalkulation der Kohlenstoffveränderung in der Streu für Aufforstungen und Entwaldungen (KP 3.3)

10.1.2.3 Rückrechnungen im Inventar 2010 nach Substanzen

CO₂-Rückrechnungen erfolgten für die Biomasse, die Streu und die Kalkung. Für die Gase CH₄ und N₂O erfolgten keine Rückrechnungen.

10.1.2.4 Rückrechnungen als Umsetzung von Ergebnissen des Review Prozesses

- Für den gesamten KP-LULUCF-Sektor erfolgte eine Neuberechnung der Landflächenmatrix (KP 3.3, KP 3.4)
- Neukalkulierung der Kohlenstoffverluste in den organischen Böden für Aufforstungsflächen (KP 3.3)

10.2 Auswirkung auf die Höhe der Emissionen

10.2.1 Treibhausgas-Inventar

Aufgrund des der Submission 2011 unmittelbar vorangegangenen In-Country-Reviews und der Resubmission 2010 mit ihren teilweise erheblichen Neuberechnungen, fallen die Veränderungen gegenüber der mit der Resubmission 2010 vollständig überarbeiteten Vergleichsbasis über das gesamte Inventar betrachtet mit -0,21 % in 1990 und -0,27 % in 2008 sehr gering aus. Mit -0,91 % entfällt die größte Änderung auf die für das Jahr 2003 berichteten Treibhausgas-Emissionen.

Ursache für die im Vergleich zur Resubmission 2010 – wenn auch nur geringfügig – verminderten Gesamtemissionen sind vor allem die in CRF 3 - *Lösemittel* und CRF 4 - *Landwirtschaft* erfolgten Neuberechnungen.

Die Umbuchung der CO₂-Emissionen aus der Verbrennung von Gichtgas in Kraftwerken und Kesseln von CRF 2 nach CRF 1 führte dagegen zu sich nahezu aufhebenden gegenläufigen absoluten Veränderungen mit nur geringem Einfluss auf das Gesamtinventar.

Das Inventar wurde in Bezug auf Vollständigkeit und Genauigkeit verbessert.

Tabelle 238: Rückrechnungen des Inventars in Zeitreihen gegenüber der vorjährigen Berichterstattung

Jahr	Nationale Gesamtemissionen an Treibhausgasen ohne Kohlendioxid aus LULUCF		
	Resubmission 2010	Submission 2011	Veränderung
	[Gg CO ₂ -äquivalent]	[Gg CO ₂ -äquivalent]	[%]
1990	1.251.333,04	1.248.676,03	-0,21
1991	1.205.540,86	1.202.863,75	-0,22
1992	1.154.387,06	1.152.732,22	-0,14
1993	1.144.170,05	1.144.105,22	-0,01
1994	1.125.606,96	1.124.050,11	-0,14
1995	1.125.530,46	1.120.669,44	-0,43
1996	1.145.839,03	1.140.275,74	-0,49
1997	1.107.490,47	1.104.158,21	-0,30
1998	1.081.969,46	1.078.407,33	-0,33
1999	1.048.999,79	1.044.271,54	-0,45
2000	1.050.543,63	1.042.832,70	-0,73
2001	1.064.598,93	1.057.699,52	-0,65
2002	1.044.789,97	1.037.433,87	-0,70
2003	1.040.853,73	1.031.365,13	-0,91
2004	1.029.203,78	1.021.962,64	-0,70
2005	1.005.967,63	1.000.533,54	-0,54
2006	1.010.935,77	1.002.893,20	-0,80
2007	986.772,58	980.838,16	-0,60
2008	984.503,74	981.886,68	-0,27

Quelle: eigene Berechnungen, ohne Kohlendioxid aus LULUCF

Im Bereich der nur nachrichtlich berichteten Emissionen wurden für den internationalen Luft- wie auch Seeverkehr für alle Jahre Rückrechnungen vorgenommen. Ursachen hierfür sind die unter Kapitel 3.2.10.1 ausführlich beschriebene Neuberechnung des Emissionsinventars des gesamten Luftverkehrs sowie die erstmalige Erfassung von Emissionen aus der Mitverbrennung von Schmierstoffen im internationalen Seeverkehr (siehe Kapitel 3.2.2.3).

Der für 2008 berichtete starke Rückgang der CO₂-Emissionen aus Biomasse von minus 2,4 % beruht auf der Verwendung aktualisierter Aktivitätsdaten. Hier wurden zuletzt genutzte vorläufige Zahlen durch Angaben der Energiebilanz 2008 ersetzt.

Korrekturen der in Schienenverkehr (1.A.3.c, 2008) und Binnenschifffahrt (1.A.3.d, ab 2007) eingesetzten Biodiesel-Mengen spielen hier dagegen kaum eine Rolle.

Tabelle 239: Rückrechnungen nachrichtlicher Inventardaten gegenüber der vorjährigen Berichterstattung

	1990	2008
	Veränderung in [%]	
Emissionen aus dem internationalen Verkehr	3,55%	0,38%
Luftverkehr	5,35%	0,47%
Seeverkehr	0,93%	0,16%
Multilaterale Einsätze	NE	NE
CO₂ Emissionen aus Biomasse	-0,05%	-2,40%

Quelle: eigene Berechnungen

10.2.1.1 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 1990

Die Gesamtemissionen für 1990 verringern sich – überwiegend durch methodische Korrekturen – nur geringfügig um insgesamt etwa 0,21 %.

Die mengenmäßig größten Veränderungen erfolgen dabei in den Sektoren *Energie* und *Industrieprozesse*. Hier kam es zu einer Umbuchung der CO₂-Emissionen aus der Verbrennung von Gichtgas in Kraftwerken und Kesseln von CRF 2 nach CRF 1 - und damit zu sich nahezu aufhebenden gegenläufigen absoluten Veränderungen.

Ebenfalls deutliche Anpassungen in den Bereichen *Lösemittel* (-919 Gg) bzw. *Landwirtschaft* (-3.454 Gg) haben zusätzlichen senkenden Einfluss auf das Gesamtinventar.

Der erhebliche Anstieg der CH₄- und N₂O-Emissionen (+588 % gegenüber Resubmission 2010) wirkt sich dagegen nur geringfügig auf das Gesamtinventar aus.

Weitere wesentliche, jedoch nicht in das Inventar einfließende Änderungen erfolgten im Sektor *LULUCF*. Hier führt eine grundlegende methodische Überarbeitung zu einer Zunahme der für 1990 berichteten Einbindungen um rund 11.000 Gg oder mehr als 54 %.

Detailliertere Informationen sind, in Ergänzung zu nachfolgender Tabelle, in den CRF-Tabellen 8(a)s1 und 8(a)s2 verfügbar.

Tabelle 240: Rückrechnung der quellgruppenspezifischen Gesamtemission über alle Treibhausgase 1990

	Resubmission 2010 [Gg]	Submission 2011 [Gg]	Änderung [Gg CO ₂ -äquivalent]	Änderung [%]
Nationale Gesamtemissionen (ohne CO ₂ aus LULUCF)	1.251.333	1.248.676	-2.657	-0,21%
1. Energie	992.418	1.019.041	26.623	2,68%
2. Industrieprozesse	120.101	94.532	-25.568	-21,29%
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	5.396	4.477	-919	-17,04%
4. Landwirtschaft	90.194	86.740	-3.454	-3,83%
5. Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft	-20.165	-31.175	-11.010	-54,60%
CO ₂ (Netto-Emissionen/Einbindung)	-20.277	-31.949	-11.672	-57,56%
N ₂ O + CH ₄ (Emissionen)	113	774	662	588,13%
6. Abfall	43.111	40.424	0	0,00%

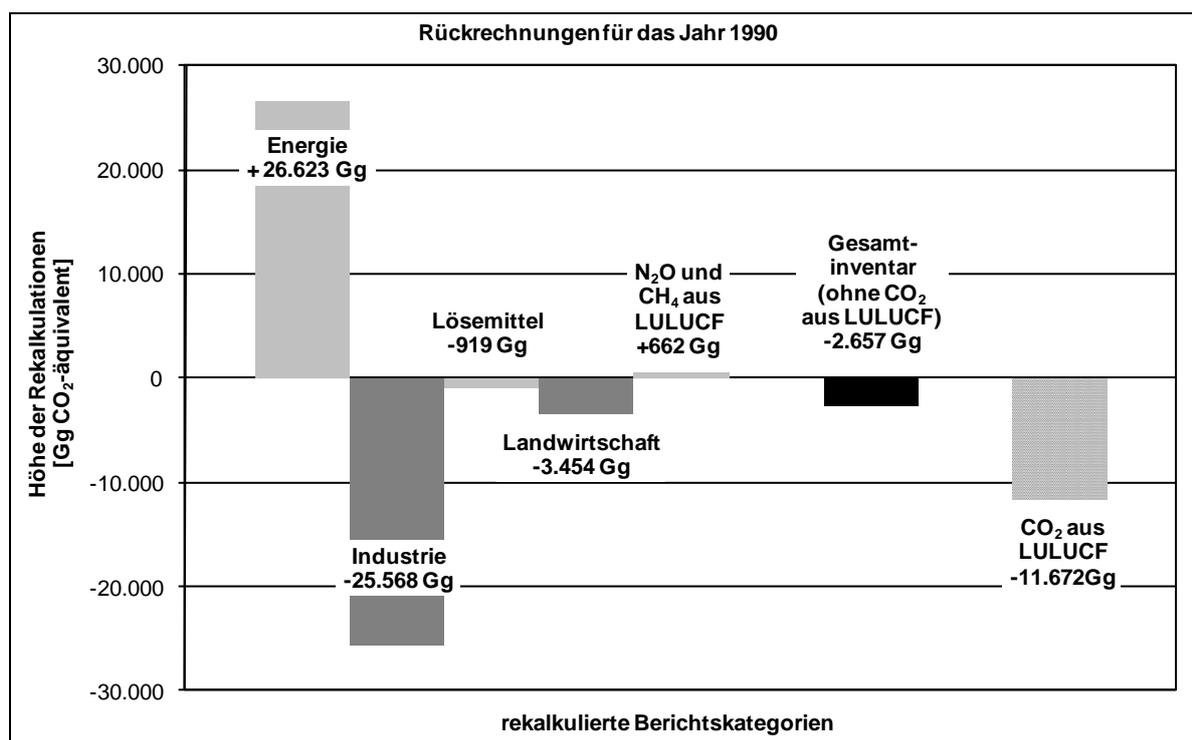


Abbildung 58: Rückrechnungen aller Treibhausgase 1990

10.2.1.2 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 2008

Die für das Jahr 2008 berichteten Gesamtemissionen ohne CO₂ aus LULUCF nehmen im Vergleich zur Resubmission 2010 um lediglich 0,27 % ab.

Die mengenmäßig größten Veränderungen erfolgten wiederum in den Sektoren *Energie* und *Industrieprozesse*, wo es, wie oben beschrieben, zu einer Umbuchung der CO₂-Emissionen aus der Verbrennung von Gichtgas von CRF 2 nach CRF 1 kam. Auch für 2008 gleichen sich die gegenläufigen absoluten Veränderungen hier nahezu aus.

Die Anpassungen in den Bereichen *Lösemittel* (-1.504 Gg) bzw. *Landwirtschaft* (-2.941 Gg) hatten zusätzlichen senkenden Einfluss auf das Gesamtinventar.

Die Veränderungen der CH₄- und N₂O-Emissionen im Sektor *LULUCF* fallen mit -15 Gg bzw. -1,95 % erheblich geringer aus, als oben für das Jahr 1990 dargestellt.

Weitere wesentliche, jedoch nicht in das Gesamtinventar einfließende Änderungen erfolgten wiederum im Sektor *LULUCF*. Hier kam es durch steigende CO₂-Einbindungen bzw. sinkende CO₂-Emissionen zu einem Absinken der Gesamtbilanz um etwa 15.000 Gg bzw. mehr als 50 %.

Weitere Rückrechnungsinformationen enthalten die CRF-Tabellen 8(a)s1, 8(a)s2 und 8(b) und nachfolgende Zusammenstellung.

Tabelle 241: Rückrechnung der quellgruppenspezifischen Gesamtemission über alle Treibhausgase 2008

	Resubmission 2010 [Gg]	Submission 2011 [Gg]	Änderung [Gg CO ₂ -äquivalent]	Änderung [%]
Nationale Gesamtemissionen (ohne CO₂ aus LULUCF)	984.504	981.885	-2.619	-0,27%
1. Energie	779.875	809.591	29.717	3,81%
2. Industrie	109.863	82.017	-27.846	-25,35%
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	3.316	1.812	-1.504	-45,36%
4. Landwirtschaft	77.449	74.508	-2.941	-3,80%
5. Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft	30.185	15.216	-14.969	49,59%
CO ₂ (Netto- Emissionen/Einbindung)	29.396	14.443	-14.953	50,87%
N ₂ O + CH ₄ (Emissionen)	789	773	-15	-1,95%
6. Abfall	13.211	13.182	-29	-0,22%

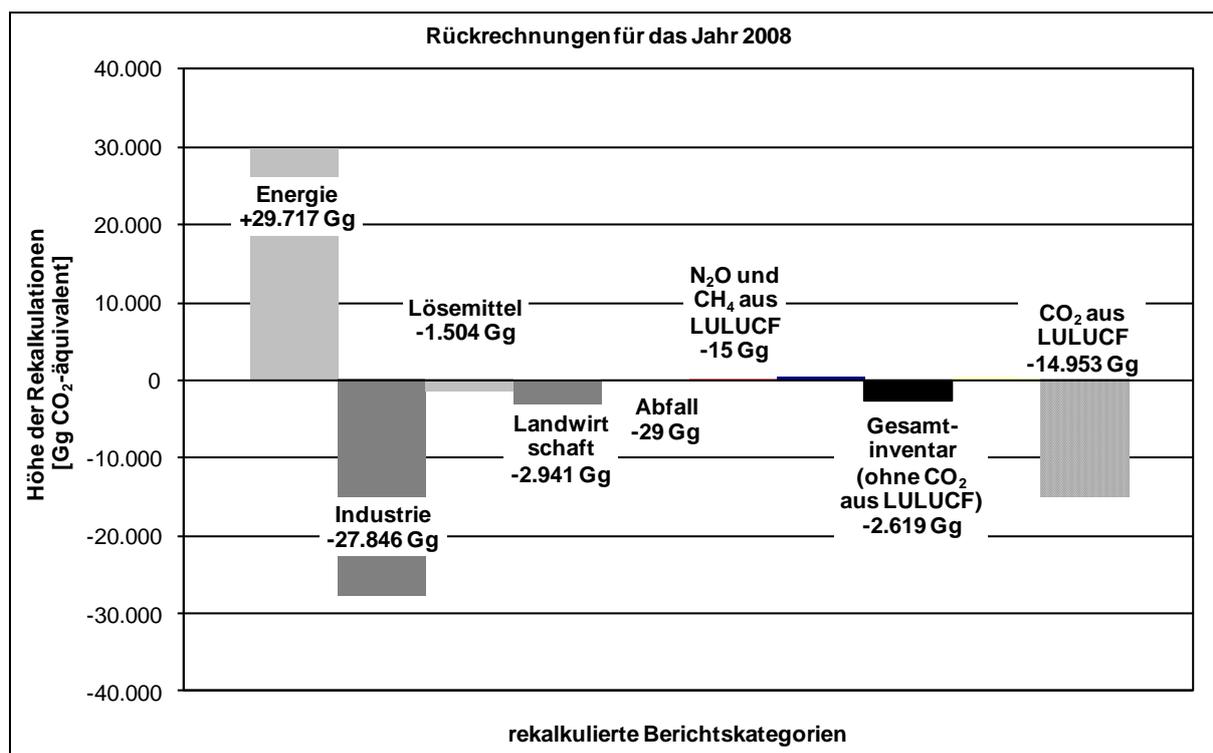


Abbildung 59: Rückrechnungen aller Treibhausgase 2008

10.2.2 KP-LULUCF-Inventar

10.2.2.1 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 1990

Die Gesamtsenke für 1990 vergrößert sich durch methodische Korrekturen um insgesamt 9,94 % (siehe Tabelle 242). Dies ist vor allem auf die Veränderung bei der Waldbewirtschaftung zurückzuführen, da die Speicherung von Kohlenstoff in bewirtschafteten

Wäldern im Verhältnis zu den Emissionen der Aufforstungen und Entwaldungen sehr groß ist.

Tabelle 242: Rückrechnung der KP-LULUCF-Gesamtemission über alle Treibhausgase 1990

	Übermittlung 2010 [Gg CO ₂ eq]	Übermittlung 2011 [Gg CO ₂ eq]	Änderung [Gg CO ₂ eq]	Änderung [%]
Aufforstung (KP3.3)	-49	934	983	2006,12%
Entwaldung (KP3.3)	2.875	1.172	-1.703	-59,23%
Waldbewirtschaftung (KP3.4)	-65.424	-70.927	-5.503	8,41%
gesamt	-62.599	-68.820	-6.221	9,94%

10.2.2.2 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 2008

Die Gesamtsenkenleistung steigt für das Jahr 2008 im Vergleich zur Submission 2010 um 217 %. Dies ist vor allem auf die Verbesserung der Schätzung der Entwaldungsflächen und der zugehörigen Emissionsfaktoren zurückzuführen.

Tabelle 243: Rückrechnung der KP-LULUCF-Gesamtemission über alle Treibhausgase 2008

	Übermittlung 2010 [Gg CO ₂ eq]	Übermittlung 2011 [Gg CO ₂ eq]	Änderung [Gg CO ₂ eq]	Änderung [%]
Aufforstung (KP3.3)	-2.615	-4.779	-2.164	82,75%
Entwaldung (KP3.3)	16.394	1.066	-15.328	-93,50%
Waldbewirtschaftung (KP3.4)	-20.331	-20.626	-295	1,45%
gesamt	-6.553	-24.339	-17.786	271,42%

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 26,5 % dar.

Als Folge der in 2009 besonders stark spürbaren Wirtschaftskrise liegen die reinen CO₂-Emissionen mit minus 7,0 % sehr deutlich unter denen des Jahres 2008. Die CH₄-Emissionen gehen mit -4,8 % ebenfalls deutlich zurück. Die Lachgas-Emissionen sinken dagegen gegenüber 2008 weniger deutlich um nur 0,7 %. Die HFC-, PFC- und SF₆-Emissionen entwickeln sich dagegen uneinheitlich: Während gegenüber 2008 4,2 % mehr HFCs emittiert wurden, sinken die für PFCs berichteten Gesamtmengen überdurchschnittlich stark um mehr als 18 %. Die SF₆-Emissionen gehen gegenüber dem Vorjahr um 2 % zurück.

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. Dies führt insgesamt für Aufforstungs-, Entwaldungs- und bewirtschafteten Flächen zu einer stark ansteigenden Senke (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 der Initialen Überprüfung unter dem Kyoto Protokoll zusammen. Die Tabelle nennt nur Aspekte, die nicht bereits während der Überprüfung gelöst wurden.

Tabelle 244: Zusammenstellung der im NIR 2011 dokumentierten Verbesserungen

CRF		Recommendation / Aspect	Improvement	NIR-Chapter
Complete-ness	ARR 2008 §12 ARR 2009 §9	ERT encourages Germany to provide , in its next submission, estimates for all categories reported as „NE“	With the 2011 submission category coverage were further improved. Misused notation key were corrected.	Various
QA / QC	IRR 2007 § 39	ERT recommends to continue the implementation of the QA/QC plan, in particular (where feasible and appropriate) the establishment of regular and systematic external peer reviews including QA/QC activities undertaken by agencies outside the UBA	Germany conducted a peer review workshop on N2O emissions from product use, emissions from non-energy use and SF6 emissions from photovoltaic in 2009. For 2011 a further peer review workshop on agriculture and LULUCF is planned.	Chapter 1.6.2.2
Verification	IRR 2007 §64	The ERT noted the Party's planned improvements in the estimation of emissions from non energy use of feedstock in the industrial processes sector. This is expected to lead to greater insight into how many fossil fuel industrial processes are included in the national energy balance under non-energy related consumption. The ERT recommends that Germany pursue such improvements.	Germany pursue a comparison between the German energy balance and non energy use emissions of industrial processes since the submission 2010	Chapter 18.9
1.A.2	ARR 2009 §§55, 56	ERT recommends that Germany avoid the discrepancies in the trend of production and emissions from combustion in iron and steel	Germany eliminated the discrepancies in the trend of this source category due to changes in the methodology.	Chapter 3.2.9.1
1.A.2.a	Saturday Letter 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 CO2 and N2O and report these in the relevant categories in line with the Revised 1996 IPCC GL and the IPCC GPG.	With the submission 2011 Germany uses the AD from the from the iron and steel statistics of the German Statistical Office.	Chapter 3.2.9.1
1.A.3.d	Saturday Letter 2010	The ERT recommends that Germany investigate the decrease in fuel use and recalculate emissions if appropriate.	Germany provided for the resubmission 2010 new consumption estimates based on extrapolation of freight transport volumes from 2007 onwards. The correction of the energy balance is pending.	Chapter 3.2.10.4; 10.1.1.4
1.A.4.c.iii	Saturday Letter 2010	ERT recommends that Germany estimate fuel consumption for deep sea fishing and estimate emissions of CO2, CH4, N2O by using the EF for international marine bunkers.	Germany provided for the resubmission 2010 a first set of consumption estimates based on fleet size and installed engine power.	Chapter 3.2.11; 10.1.1.4

CRF		Recommendation / Aspect	Improvement	NIR-Chapter
2.A.1	IRR 2007 §66	The ERT recommends that Germany continue monitoring average values of the CaO content of clinker so that an estimate can be developed periodically, for example every five years, to reflect changes in the industry, rather than rely on the same factor throughout the entire time series.	Germany conducted a research project on monitoring average values of the CaO content of clinker. The results were insert in the NIR 2011	Chapter 4.2.1
2.A.2	ARR 2008 §§ 38, 41 Saturday Letter 2010	ERT requests Germany to recalculate the emissions of CO2 for the subcategory for years 1990 to 2008, including the production of omitted plants in the activity data. For transparency, Germany should provide data used for the estimation before and after the recalculation including: estimates for the production of lime in the additional plants, estimate of total production of lime and total consumption of limestone and dolomite before and after the recalculation, and EF used	Germany provides new estimates for source category 2.A.2 with the recalculation of 2010 emissions.	Chapter 4.2.2; 10.1.1.4
2.A.4	Saturday Letter 2010	Germany should calculate the emissions of CO2 for the subcategory 2.A.4 for years 1990 to 2008. The ERT recommends that Germany estimates these emissions using data for soda ash use in Germany based on data for production, exports and imports and subtracts from this amount the amount of soda ash already taken in account in other categories of the inventory. The emissions of soda ash use should be calculated by multiplying the amount of the remaining soda ash by the appropriate emission factor.	Germany provides new estimates for source category 2.A.4. Germany is providing the annual production of soda in Germany inclusive the annual imports and exclusive the annual exports. The resulting amount of soda ash is the annual activity data used for calculation of CO2-emissions from soda ash used. The resulting CO2-emissions are part of resubmission 2010.	Chapter 4.2.4; 10.1.1.4
2.B.1	Saturday Letter 2010	ERT requests Germany to recalculate the emissions of CO2 for the subcategory 2.B.1 for years 1990 to 2008 in line with the provisions of the Revised 1996 IPCC Guidelines, by eliminating the subtraction of the recovered CO2	Germany provides new estimates for source category 2.B.1. For the resubmission the sum of CO2-emissions and CO2 used for recovery are reported as CO2-emissions from ammonia production.	Chapter 4.3.1; 10.1.1.4
2.B.2	Saturday Letter 2010	ERT requests Germany to recalculate the emissions of N2O for the subcategory 2.B.2 for years 2001 to 2008.	Germany provides new estimates for source category 2.B.2. The mistake is corrected and the new and correct emissions are reported under 2B2.	Chapter 4.3.2; 10.1.1.4
4.A.	ARR 2009 § 76	ERT recommends that Germany revise the calculations for dairy cattle herds regarding average gross energy intake	The methodology of calculating the average gross energy intake of dairy cattle herds were revised in the submission 2011	Chapter 6.1.4.3
4.A.1	Saturday Letter 2010	Germany is recommended to use Methane Conversion Rate parameters developed under European conditions in line with the IPCC good practice guidance	Germany uses a MCF of 6 in the resubmission 2010 and hence also in the submission 2011	Chapter 6.2.2.3
4.B.	ARR 2009 §77	ERT recommends to improve the transparency of the NIR in by providing detailed information on Efs, volatile solids excretion rate, CH4 producing potential and CH4 conversion factor (MCF) by animal subcategory and animal waste management system.	Germany provides a detailed description of EFs, volatile solids excretion rate, CH4 producing potential and MCF in the respective chapter of the NIR 2011	Chapter 6.3.2
4.B.	ARR 2009 §85	ERT recommends that Germany corrects the errors in calculating the amount of N reported in each of the	Germany corrects the errors in calculating the amount of N reported in each of the AWMS in the	Chapter 6.3.4

CRF		Recommendation / Aspect	Improvement	NIR-Chapter
		AWMS for each animal type	Submission 2011	
4.B.1	Saturday Letter 2010	Germany is recommended to develop an updated country specific ash content or to use the IPCC default	Germany applies the IPCC default (8 %) instead of the value used in the 2010 submission (13.9 %) for its submission 2011	Chapter 6.3.2.3
4.D.	ARR 2008 §54	ERT recommended that Germany ensure that the reporting of emissions from urea application does not lead to double counting of CO2 emissions from ammonia production. Germany is encouraged to provide further	In its submission 2011 does not report emissions from urea application as there was a double counting with CO2 emissions from ammonia production.	
4.D.2	ARR 2009 §92	ERT recommends that Germany corrects the amount of N reported in the CRF table 4.D and include buffalo and goats in its next annual submission	Germany included EF for all animal categories in the Submission 2011	Chapter 6.5.2.1.2
4.D.3.2	Saturday Letter 2010	The ERT recommends that Germany revise its estimate for EFg using the IPCC good practice guidance default factor, or alternatively develop a country specific (CS) EFg for the 2010 submission, taking into account regional climate, soil and other relevant conditions. Such a CS shall include uncertainty estimates and substantiating documentation.	Germany uses for its resubmission 2010 and the submission 2011 the EFg and EFr recommended by the IPCC Good Practice Guidance.	Chapter 6.5.1
4.D.4	ARR 2009 § 86	ERT strongly recommends that Germany exclude the sink of CH4 in the subcategory other agricultural soils for all years from 1990 to 2007 from the inventory as it is no anthropogenic sink and there is no guidance on this CH4 sink	Germany does not report a sink of CH4 in the subcategory other agricultural soils in the submission 2011	
5	ARR 2009 §§ 18,45b	ERT requests to include a key category analysis in accordance with the IPCC GPG for LULUCF	Germany provided with the submission 2011 a TIER 2 key source analysis including LULUCF	Chapter 1.5; 17.1
5	IRR 2007 §§ 6,81 ARR 2008 §§ 57, 58 ARR 2009 §§89, 92	ERT recommended that Germany provide all necessary documentation and information on land-use definitions, the classification systems used for LULUCF categories, the areas and land-use data sets for the inventory preparation, and the assumptions used in extrapolations and interpolations of AD.	Germany provided with the NIR 2011 a comprehensive documentation and LU definitions, LULUCF categories and AD.	Chapter 7.2. – 7.7; 19.5
5.A.2	ARR 2008 §61 ARR 2009 §91	ERT recommends that Germany report under this category each carbon stock change occurring in land converted to forest land, and to apply the relevant methodologies provided in the IPCC GPG for LULUCF.	Germany applies the methodologies provided in the IPCC GPG for LULUCF to reports each carbon stock changes occurring in land converted to forest land	Chapter 7.2.4.4.4
5.B.	ARR 2008 §62	ERT recommended that Germany report all relevant information on the applied methodology for estimating carbon stock changes in living biomass and mineral soils in the next submission and revise the applied methodologies if it is not able to address the issues raised.	Germany provide with the NIR 2011 all relevant information on the applied methodology to estimate carbon stock changes in living biomass and mineral soils	Chapter 7.3.4
5.E.	ARR 2009 §93	ERT noted the Germany did not report emissions of CO2 from composting under the waste sector. Therefore the ERT recommends that losses of DOM be reported under the category settlements in the next annual submission	Germany reports with its submission 2011 emissions of CO2 from composting under the waste sector	Chapter 8.5.1

CRF		Recommendation / Aspect	Improvement	NIR-Chapter
6.A.1	ARR 2008 §68 ARR 2009 §99 Saturday Letter 2010	ERT recommended that Germany replace the amount of CH4 recovery from estimated data with actual monitored data	Germany provides new estimates for source category 6.A.1 based on monitoring data from the official German energy and waste statistics with the resubmission to the submission 2010.	Chapter 8.2.1; 10.1.1.4
6.A.1	Saturday Letter 2010	ERT recommends Germany to submit revised emission estimates that incorporate the abovementioned biodegradable waste disposed in landfills for period 2006-2008.	Based on the assumption explained in the respective NIR chapter Germany provides estimates for the CH4 emissions from MBT residues for the years 2004 to 2008.	Chapter 8.2.1
6.A.1	ARR 2009 §98	ERT recommends that Germany improve the transparency of reporting by providing detailed explanations for the derivation of country-specific EFs and justifying the applicability of the use of defaults from the IPCC 2006 GL in accordance with the IPCC GPG	Germany provides improved explanations in the respective chapter of the NIR 2011	Chapter 8.2.1

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 245: Zusammenfassung der geplanten Verbesserungen in den Quellgruppenkapiteln

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Geplante Verbesserung	IP	STATUS	Quelle	Quellverweis	Berichterstattungs-jahr
1.A	Verbrennung fossiler Brennstoffe	Die CO ₂ -Verifikation soll zukünftig insbesondere durch verstärkten Datenabgleich mit den in der Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Rahmen des ETS-Monitorings gewonnenen Informationen verbessert werden. Hier sollen Bezugsdaten der Emissionsberechnung (im wesentlichen Aktivitätsraten) mit aggregierten Daten des Emissionshandels intensiver verglichen werden.	2011	offen	NIR	Kap. 3.2.1.2.3	2011
1.A.1.a	Öffentliche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung	Im Zuge eines Forschungsvorhabens, wurde mit der Aktualisierung der im Kapitel 3.2.6.2 beschriebenen Datengrundlage für Emissionsfaktoren (außer CO ₂) begonnen. Erste Ergebnisse aus dem Vorhaben sollen in den NIR-Bericht einfließen. Teile des Vorhabens betreffen das N ₂ O-Emissionsverhalten von Feuerungs- und Gasturbinenanlagen sowie das CH ₄ -Emissionsverhalten von Gasturbinenanlagen.	2011	offen	NIR	Kap. 3.2.6.6	2011
1.A.1.a	Öffentliche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung	Die Berechnung der Aktivitätsdaten zur Abfallverbrennung soll weiter methodisch verbessert werden.	2011	offen	NIR	Kap. 3.2.6.6	2011
1.A.1.b	Mineralölraffinerien	Im Zuge eines Forschungsvorhabens, wurde mit der Aktualisierung der im Kapitel 3.2.6.2 beschriebenen Datengrundlage für Emissionsfaktoren (außer CO ₂) begonnen. Erste Ergebnisse aus dem Vorhaben sollen in den NIR-Bericht einfließen. Teile des Vorhabens betreffen das N ₂ O-Emissionsverhalten von Feuerungs- und Gasturbinenanlagen sowie das CH ₄ -Emissionsverhalten von Gasturbinenanlagen. Das Forschungsvorhaben umfasst auch die Kraftwerke und Unterfeuerungen in Mineralölraffinerien.	2011	offen	NIR	Kap. 3.2.7.6	2011
1.A.1.c	Herstellung von festen Brennstoffen und sonstige Energieindustrie	Im Zuge eines Forschungsvorhabens, wurde mit der Aktualisierung der im Kapitel 3.2.6.2 beschriebenen Datengrundlage für Emissionsfaktoren (außer CO ₂) begonnen. Erste Ergebnisse aus dem Vorhaben sollen in den NIR-Bericht einfließen. Teile des Vorhabens betreffen das N ₂ O-Emissionsverhalten von Feuerungs- und Gasturbinenanlagen sowie das CH ₄ -Emissionsverhalten von Gasturbinenanlagen. Das Forschungsvorhaben umfasst auch die Kraftwerke und anderen Feuerungen des Bergbaubereichs.	2011	offen	NIR	Kap. 3.2.8.6	2011
1.A.2.f	Andere: Weitere Stromeigenerzeuger	Im Zuge eines Forschungsvorhabens, wurde mit der Aktualisierung der im Kapitel 3.2.6.2 beschriebenen Datengrundlage für Emissionsfaktoren (außer CO ₂) begonnen. Erste Ergebnisse aus dem Vorhaben sollen in den NIR-Bericht einfließen. Teile des Vorhabens betreffen das N ₂ O-Emissionsverhalten von Feuerungs- und Gasturbinenanlagen sowie das CH ₄ -Emissionsverhalten von Gasturbinenanlagen. Das Forschungsvorhaben umfasst auch die Kraftwerke und anderen Feuerungen des Verarbeitenden Gewerbes - Weitere Energieerzeugung.	2011	offen	NIR	Kap. 3.2.9.11.6	2011
1.A.3.a	Ziviler Luftverkehr	Das Umweltbundesamt bemüht sich weiterhin um eine Einigung mit Eurocontrol zur Nutzbarmachung originärer Eurocontrol-Daten.	2011	offen	NIR	Kap. 3.2.10.1.6	2011
1.A.3.a	Ziviler Luftverkehr	Sobald von Eurocontrol Daten aus dem AEM 3-Modell geliefert werden, können diese zur Berichterstattung verwendet werden. Damit würde die Berechnung des Anteils des nationalen Flugverkehrs, die Aufteilung des Kerosinverbrauchs in die beiden Flugphasen, sowie die NO _x -, HC- und CO-Emissionen auf Berechnungen nach Tier 3b basieren.	2011	offen	NIR	Kap. 3.2.10.1.6	2011
1.A.3.d	Schiffsverkehr (See-, Binnenschifffahrt)	Derzeit erfolgt eine grundlegende Überarbeitung des Treibhausgasinventares für den Seeverkehr inklusive der Verkehre zwischen den deutschen Seehäfen. Erkenntnisse und Ergebnisse daraus werden sich zukünftig auch in Quellgruppe 1.A.3.d widerspiegeln.	2011	offen	NIR	Kap. 3.2.10.4.6	2011

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Geplante Verbesserung	IP	STATUS	Quelle	Quellverweis	Berichterstattungs-jahr
1.A.3.e	Übriger Verkehr	Im Zuge eines Forschungsvorhabens, wurde mit der Aktualisierung der im Kapitel 3.2.6.2 beschriebenen Datengrundlage für Emissionsfaktoren (außer CO ₂) begonnen. Erste Ergebnisse aus dem Vorhaben sollen in den NIR-Bericht einfließen. Teile des Vorhabens betreffen das N ₂ O-Emissionsverhalten von Feuerungs- und Gasturbinenanlagen sowie das CH ₄ -Emissionsverhalten von Gasturbinenanlagen. Das Forschungsvorhaben umfasst auch die Gasturbinen in Erdgasverdichterstationen.	2011	offen	NIR	Kap. 3.2.10.5.6	2011
1.A.3.e	Übriger Verkehr	Emissionen aus dem Bauwirtschaftlichen Verkehr werden zukünftig unter 1A.2.f ii berichtet. Darüber hinaus sind derzeit keine Verbesserungen geplant.	2011	offen	NIR	Kap. 3.2.10.5.6	2011
1.A.4	Feste Brennstoffe	Die derzeit nur auf mehreren sehr vereinfachten und konservativen Annahmen beruhende Erfassung der Verbräuche und Emissionen der deutschen Hochseefischerei soll mittelfristig überarbeitet werden.	2011	offen	NIR	Kap. 3.2.11.6	2011
1.B.1.c	Feste Brennstoffe	Über die Höhe der diffusen Methanemissionen aus stillgelegten Bergwerksteilen liegen wissenschaftliche Schätzungen vor. Fachleute gehen bisher von 300 Mio. m ³ aus, von denen rund 5 Mio. m ³ 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.	2011	offen	NIR	Kap. 3.3.1.3.6	2011
1.B.2	Öl und Gas	Im Forschungsprojekt von Müller-BBM (2009a) liegt als Ergebnis auch eine Analyse der noch zu verbessernden Quellkategorien 1.B.2.a.iii-vi vor. Die Ermittlung der noch fehlenden Emissionsfaktoren und Aktivitätsraten wird Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.	2011	offen	NIR	Kap. 3.3.2.2	2011
1.B.2.d	Öl und Gas: Verteilung/Produktion	Es ist geplant, die Freisetzung von Gasen - wenn auch sehr geringe Mengen zu erwarten sind - für Erschließungsbohrungen, bei denen keine „Blow-out-preventer“ eingesetzt werden (oberflächennaher Bereich bis 400 m Tiefe), zu quantifizieren.	2011	offen	NIR	Kap. 3.3.2.5.6	2011
1.C.1.B	Bunker: Internationale Seeschifffahrt	Im Rahmen einer Studie werden derzeit Bewegungsdaten auf Basis von AIS ermittelt. Die daraus entwickelten Bunkermengen sollen dann mit ebenfalls aktualisierten spezifischen Emissionsfaktoren die Deutschland zugeordneten Emissionen abbilden.	2011	offen	NIR	Kap.3.2.2.3.6	2011
2.A.2	Herstellung von Kalk	Die im Rahmen eines Forschungs-Projektes auf Basis von Emissionserklärungen der deutschen Kalkwerke (einschließlich Dolomit) ermittelten Emissionsfaktoren sind nur bedingt zur Verifizierung der Angaben im ZSE geeignet. Der Projektabschluss hat sich verzögert.	2011	offen	NIR	Kap. 4.2.2.6	2011
2.A.4	Herstellung und Verwendung von Soda / Natriumcarbonat	Derzeit sind keine konkreten Verbesserungen geplant. Das hohe Maß an Unsicherheiten der Mengen verwendeter Soda erfordert aber eine Verifizierung der Berechnungsmethode.	2011	offen	NIR	Kap. 4.2.4.6	2011
2.A.5	Verwendung von Bitumen zur Dachdeckung	Weiterhin sind zusätzliche Betrachtungen zur Export-Import-Bereinigung durch den VDD geplant.	2011	offen	NIR	Kap. 4.2.5.6	2011
2.A.6	Straßenasphaltierung	Die aktuell vorliegenden Ergebnisse aus einem Forschungsbericht sollen fachlich zur Evaluierung der Emissionsfaktoren genutzt werden.	2011	offen	NIR	Kap. 4.2.6.6	2011
2.A.7 (a)	Mineralische Produkte: Sonstige - Herstellung von Glas	Derzeit sind Überprüfungen einzelner Angaben zum Scherbeneinsatz geplant, die ggf. zu Verbesserungen und geringen Anpassungen in der Emissionshöhe führen.	2011	offen	NIR	Kap. 4.2.7.6	2011
2.C.1	Herstellung von Eisen und Stahl	Mittels Expertengesprächen soll die Plausibilität der für die Kohlenstoffbilanz der Primärstahlerzeugung benötigten konsistenten statistischen Angaben, Heizwerte und Emissionsfaktoren überprüft werden.	2011	offen	NIR	Kap. 4.4.1.6	2011

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Geplante Verbesserung	IP	STATUS	Quelle	Quellverweis	Berichterstattungs-jahr
2.C.3	Primäraluminiumherstellung	Die Ermittlung von Unsicherheiten wird unter Einbeziehung des Industrieverbandes weitergeführt. Die korrekten PFC-Emissionen für 2009 werden nachgereicht.	2011	offen	NIR	Kap. 4.4.3.6	2011
2.C.4	Verwendung von SF6 in Aluminium- und Magnesiumgießereien	Seit längerem laufen Diskussionen mit den Anwendern, inwieweit die Annahme eines Emissionsfaktors von 1 in der Aluminiumindustrie der Realität entspricht. Bis zur nächsten Berichterstattungsrunde erwarten wir konkrete Ergebnisse, die wahrscheinlich zu einer Korrektur des Emissionsfaktors führen werden.	2012	offen	NIR	Kap. 4.4.4.6	2011
2.D.1	Zellstoff und Papier	Die CO2-Emissionen aus der Kaustifizierung in der Sulfatzellstoffproduktion sind biogenen Ursprungs und müssen demnach bisher nicht berichtet werden. Zukünftig ist es denkbar zur Erhöhung der Transparenz auch CO2 biogenen Ursprungs zu berichten.	2011	offen	NIR	Kap. 4.5.1.6	2011
4.A	Fermentation	Datenhaltung und Emissionsberechnungen werden von Tabellenkalkulationsdateien auf eine relationale Datenbank sowie prozedurale Programme umgestellt. Dieser Schritt, zu dem die Arbeiten im Sommer 2010 begonnen haben, dient vorrangig QK/QS-Zwecken. So wird u. A. die Automatisierung von Plausibilitätschecks erleichtert.	2011	offen	NIR	Kap. 6.2.6	2011
4.A (b)	Fermentation - Rinder, Schweine, Schafe, Pferde	Derzeit wird an einer Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung gearbeitet, in die auch Daten aus der für November 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 CH4-Emissionen aus der Verdauung dient.	2011	offen	NIR	Kap. 6.2.6	2011
4.B	Düngerwirtschaft	Im Jahr 2010 erfolgt in Deutschland eine umfassende Erhebung landwirtschaftlicher Daten („Landwirtschaftliche Zählung 2010“, LZ2010) durch das Statistische Bundesamt. Die Auswertung der LZ2010 bzgl. inventarrelevanter Daten wird in Abstimmung mit dem Statistischen Bundesamt ab Ende 2010 vorgenommen.	2011	offen	NIR	Kap. 6.3.2.6	2011
4.B	Fermentation - Rinder, Schweine, Schafe, Pferde	Derzeit wird an einer Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung gearbeitet, in die auch Daten aus der für November 2011 durch das Statistische Bundesamt vorgesehenen Erhebung von Daten zum Eiweißeinsatz in der Schweinemast einfließen sollen. Die verbesserte Modellierung der Schweinefütterung wird auch die Gesamtenergie-Aufnahme beeinflussen, die als Grundlage zur Berechnung der CH4-Emissionen aus der Verdauung dient.	2011	offen	NIR	Kap. 6.3.2.6	2011
4.B	Düngerwirtschaft	Datenhaltung und Emissionsberechnungen werden von Tabellenkalkulationsdateien auf eine relationale Datenbank sowie prozedurale Programme umgestellt. Dieser Schritt, zu dem die Arbeiten im Sommer 2010 begonnen haben, dient vorrangig QK/QS-Zwecken. So wird u. A. die Automatisierung von Plausibilitätschecks erleichtert.	2011	offen	NIR	Kap. 6.3.2.6	2011
4.B	Fermentation - Rinder, Schweine, Schafe, Pferde	Hinsichtlich geplanter Verbesserungen wird auf Kapitel 6.3.2.6 verwiesen. Von der Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung ist zu erwarten, dass auch die Ergebnisse der N2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management beeinflusst werden.	2011	offen	NIR	Kap. 6.3.4.6	2011
4.D	Landwirtschaftliche Böden	Im Jahr 2010 erfolgt in Deutschland eine umfassende Erhebung landwirtschaftlicher Daten („Landwirtschaftliche Zählung 2010“, LZ2010) durch das Statistische Bundesamt. Die Auswertung der LZ2010 bzgl. inventarrelevanter Daten wird in Abstimmung mit dem Statistischen Bundesamt ab Ende 2010 vorgenommen.	2011	offen	NIR	Kap. 6.5.6	2011
4.D	Landwirtschaftliche Böden	Im März 2011 findet durch das Statistische Bundesamt eine Sondererhebung von Daten zur Wirtschaftsdünger-Ausbringung statt, deren Ergebnisse Einfluss auf die für die indirekten N2O-Emissionen relevanten NH3- und NO-Emissionen haben werden.	2011	offen	NIR	Kap. 6.5.6	2011
4.D	Landwirtschaftliche Böden	Derzeit wird an einer Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung gearbeitet. Außerdem ist vom Statistischen Bundesamt eine Erhebung von Daten zum Eiweißeinsatz	2011	offen	NIR	Kap. 6.5.6	2011

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Geplante Verbesserung	IP	STATUS	Quelle	Quellverweis	Berichterstattungs-jahr
		in der Schweinemast vorgesehen. Es ist zu erwarten, dass die Modelländerungen auch die Ergebnisse der für die indirekten N ₂ O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden relevanten NH ₃ -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management beeinflussen werden. Es wird in Zusammenarbeit mit dem Statistischen Bundesamt eine fundierte Schätzung der deutschen Wirtschaftsdünger-Netto-Importbilanz angestrebt.					
4.D	Landwirtschaftliche Böden	Datenhaltung und Emissionsberechnungen werden von Tabellenkalkulationsdateien auf eine relationale Datenbank sowie prozedurale Programme umgestellt. Dieser Schritt, zu dem die Arbeiten im Sommer 2010 begonnen haben, dient vorrangig QK/QS-Zwecken. So wird u. A. die Automatisierung von Plausibilitätschecks erleichtert.	2011	offen	NIR	Kap. 6.5.6	2011
4; 5		Verbesserung des QA/QC-Konzeptes (siehe Antwort an das ERT: Action plan for resolving issues identified by the ERT regarding KP LULUCF)	2011	offen	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.	2011	offen	NIR	Kap. 7.5.8	2011
5. E	Siedlungen	Die geplanten, quellenspezifischen 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).	2011	offen	NIR	Kap. 7.6.8	2011
5.A	Forest Land	Landnutzungsänderungen In den neuen Bundesländern wurden die Flächen und Flächenveränderungen mit den Daten des Projektes GSE FM-INT ermittelt. Die Ausweisung der Waldflächen erfolgte ab einer Mindestfläche von 0,5 ha. Aufgrund dieser Festlegung ergibt sich eine Abweichung zu den nach der BWI-Walddefinition ermittelten Waldflächen. Ein Projekt soll überprüfen, ob mit Hilfe von weiteren Datenquellen eine genauere Flächenbestimmung für die neuen Bundesländer für den Zeitraum von 1990 bis 2005 möglich ist (siehe auch Kapitel 19.5.1.1.3).	2011	offen	NIR	Kap. 7.2.8.1	2011
5.A	Forest Land	Landnutzungsänderungen Mit der zurzeit in Vorbereitung befindlichen Bundeswaldinventur 3 (BWI 3) wird die Flächen- und –änderungsbestimmung für das gesamte Bundesgebiet einheitlich möglich sein. Die Ergebnisse der BWI 3, die von 2011 bis 2012 durchgeführt wird, wird eine Schätzung der Flächen und –änderungen für alle LULUCF-Landkategorien im Zeitraum von 2002 bis 2012 ermöglichen.	2011	offen	NIR	Kap. 7.2.8.1	2011

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Geplante Verbesserung	IP	STATUS	Quelle	Quellverweis	Berichterstattungs-jahr
5.A	Forest Land	Streu und mineralische Böden Für zukünftige Auswertungen sollen bisher noch fehlende Datensätze aus den Bundesländern einbezogen werden. Bisher konnten nur für etwa die Hälfte der BZE II-Punkte Kohlenstoffvorräte berechnet werden. Mit Einbeziehung noch fehlender Daten ist es möglich, die Auswertung auf eine statistisch besser abgesicherte Basis zu stellen. Der gewählte Ansatz über die Leitbodeneinheiten bietet noch Potential für eine weiterführende Auswertung, da noch keine Kovariablen (Textur, Niederschlag, Temperatur, Inklination, Exposition) in die Analyse eingeflossen sind.	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.	2011	offen	NIR	Kap. 7.2.8.2	2011
5.A	Forest Land	Streu und mineralische Böden Für zukünftige Analysen sind auch Verbesserungen zur Abschätzung der Kohlenstoffvorratsänderung in der organischen Auflage vorgesehen. Geplant ist ein nach Baumbestand stratifizierter Ansatz.	2011	offen	NIR	Kap. 7.2.8.2	2011
5.A	Forest Land	Streu und mineralische Böden Für Deutschland stellt sich die Frage, wie sich die Kohlenstoffvorräte im Mineralboden und in der Streu entwickeln werden. Daher sollen geeignete Modelle entwickelt werden, mit denen die jährlichen Änderungen der Kohlenstoffvorräte auf regionaler Ebene und für Deutschland prognostiziert werden können.	2011	offen	NIR	Kap. 7.2.8.2	2011
5.A	Forest Land	Streu und mineralische Böden Die Auswertung der Daten bezüglich der Änderungen des organischen Kohlenstoffs in den oberen 30 cm des Mineralbodens zeigt, dass v.a. sandige Böden, die ihren Verbreitungsschwerpunkt im Norden Deutschlands haben, Kohlenstoff seit der BZE I akkumuliert haben. In einer bereits initiierten 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.	2011	offen	NIR	Kap. 7.2.8.2	2011
5.B; 5.C; 5.D	Cropland	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.	2011	offen	NIR	Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6; ActPI	2011
5.B; 5.C; 5.D	Cropland	Dieses Punktraster wird die räumliche und zeitliche Konsistenz in der Ackerlandberichterstattung gewährleisten sowie die Abbildung der Landnutzungsänderungen zwischen 1990 und 2000 ermöglichen.	2011	offen	NIR	Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6; ActPI	2011
5.B; 5.C; 5.D	Cropland	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	2011	offen	NIR	Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6; ActPI	2011

Kategorie	Kategorie Bezeichnung	Geplante Verbesserung	IP	STATUS	Quelle	Quellverweis	Berichterstattungs-jahr
5.B; 5.C; 5.D	Cropland	Neue, nach Bodentyp und Nutzung differenzierte Emissionsfaktoren 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	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	2011	offen	NIR	Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6	2011
5.B; 5.C; 5.D	Cropland	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	2011	offen	NIR	Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6	2011
5.B; 5.C; 5.D	Cropland	Eine vollständige, GPG-gerechte Berechnung der Unsicherheiten	2011	offen	NIR	Kap. 7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6	2011
6.A.1	Kontrollierte Abfalldeponierung	In einem Sachverständigengutachten (WASTECONSULT INTERNATIONAL, 2009) wurden die geringen Restgasemissionen aus der Ablagerung mechanisch-biologischer Abfälle quantifiziert. Das Gutachten bestätigt, dass Emissionsbeiträge der MBA Abfälle gegenüber den gesamten Deponiegasemissionen sehr gering sind. Das Gutachten zeigt auch auf, dass der zeitliche Emissionsverlauf der abgelagerten MBA Abfälle sich nur unzureichend mit dem FOD-Modell beschreiben lässt. Die Kinetik der Deponiegasbildung aus MBA-Abfällen soll in einem weiteren Gutachten untersucht und in einem verbesserten Modellansatz beschrieben werden.	2011	offen	NIR	Kap. 8.2.1.6	2011
6.A.1	Kontrollierte Abfalldeponierung	Das Statistische Bundesamt beabsichtigt zukünftig Daten zur Deponiegasfassung und -verwertung auch bei Deponien in der Nachsorgephase zu erheben. Voraussichtlich werden in 2012 in der Umweltstatistik erstmals auf allen Deponien einheitlich erhobene Daten zur Deponiegasfassung vorliegen.	2011	offen	NIR	Kap. 8.2.1.6	2011
6.D.1	Kompostierung	Derzeit wird im Auftrag des Umweltbundesamtes ein Forschungsvorhaben durchgeführt, dessen Ziel es ist, die Datengrundlage für die Emissionsfaktoren für CH ₄ und N ₂ O zu verbessern. Im Rahmen des Vorhabens werden sowohl Literaturdaten recherchiert als auch Messungen an Kompost- und Vergärungsanlagen durchgeführt. Ziel des Vorhabens ist es, Emissionsfaktoren zu liefern, die auf gemessenen Emissionen aus realen Anlagen basieren. Nach Abschluss des Vorhabens ist mit neuen Emissionsfaktoren für beide Gase zu rechnen.	2011	offen	NIR	Kap. 8.5.1.6	2011
6.D.2	MBA	Das Umweltbundesamt wird auf das Statistische Bundesamt einwirken, bei der Datenerhebung auch bislang unberücksichtigte MBA-Varianten mit zu erfassen.	2011	offen	NIR	Kap. 8.5.2.6	2011

10.4.2 KP & LULUCF

Die bei dem 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).

10.5 Rückrechnungen aufgrund des In-Country-Reviews 2010

Nach der zuletzt erfolgten Überprüfung des Treibhausgas-Inventares 2010 im Rahmen eines In-Country-Reviews wurde das Inventar an mehreren Stellen Rückrechnungen unterzogen, die teils zu eher kleinen, teils aber auch zu größeren Veränderungen und letztlich zu einer Resubmission 2010 führten.

Die im Rahmen der Resubmission 2010 übermittelten Daten stellen die Grundlage für alle in der vorliegenden Berichterstattung 2011 vorgenommenen und sowohl in den Quellgruppen selbst, als auch in den Kapiteln 10.1 bis 10.3 beschriebenen Rückrechnungen dar. Im Folgenden sollen daher alle im Rahmen der Resubmission 2010 erfolgten Neuberechnungen und deren Auswirkungen auf das Treibhausgas-Inventar 2010 kurz dargelegt werden.

10.5.1 Auswirkungen der infolge des In-Country-Reviews 2010 durchgeführten Rekalkulationen auf das Gesamtinventar 2010

Die Summe der unten näher beschriebenen im Rahmen der Resubmission 2010 erfolgten Rückrechnungen führte zu folgenden Veränderungen am Gesamt-Treibhausgas-Inventar 2010:

Die im Inventar 2010 für das Jahr 1990 berichteten Gesamtemissionen erhöhen sich um 19.486 Gg CO₂-Äquivalente bzw. 1,58 %. Mit +25.654 Gg bzw. +2,68 % fiel die Korrektur für 2008 sogar noch deutlicher aus. Mit +28.437 Gg und nahezu 3 % entfiel die größte Anhebung hier auf die für 2007 berichteten Zahlen.

Über alle Jahre hinweg erfolgte dabei der Großteil der absoluten Korrekturen in CRF 4: Hier kam es zu einer Anhebung der jährlichen Emissionsniveaus um durchweg mehr als 10.000 Gg. Haupttreiber war dabei eine Neuberechnung der Emissionen aus Landwirtschaftlichen Böden (4.D) aus der, über die gesamte Zeitreihe hinweg, nahezu 90 % der in CRF 4 vorgenommen Niveauanhebungen resultieren.

Auch in CRF 1, 2 und 6 kam es zu weiteren nicht unerheblichen Anhebungen der Emissionen: Innerhalb CRF 1 entfielen diese dabei größtenteils auf den Sektor 1.A.2 – Manufacturing Industries and Construction, Die hier erfolgten Änderungen fallen besonders für die Jahre ab 2004 vergleichsweise hoch aus und tragen hier zu etwa einem Drittel zu den insgesamt durchgeführten Anhebungen bei. Die in CRF 2 erfolgten Niveauanhebungen nehmen von 1990 an kontinuierlich zu (1990: +1.874 Gg, 2008: +4.970 Gg) und tragen mit einem maximalen Plus von 5.682 Gg in 2007 zur weiter unten abgebildeten Korrektur des Gesamtinventars 2010 bei.

In CRF 6 nehmen die Niveauanhebungen ausgehend von +2.688 Gg in 1990 bis zu einem Maximum von +6.090 Gg in 1996 erst kontinuierlich zu um danach wiederum kontinuierlich auf +2.352 Gg in 2008 zurückzugehen.

CRF 3 - Lösemittel sowie CRF 5 - LULUCF blieben im Gegensatz zu den anderen Hauptkategorien von Rückrechnungen infolge des In-Country-Reviews 2010 unberührt. Die

bereits mit der Submission 2010 berichteten Emissionen wurden hier unverändert in die Resubmission 2010 übernommen.

Zu im Gegensatz dazu minimalen Veränderungen der berichteten Emissionsniveaus kam es zum einen innerhalb der nur nachrichtlich erfassten Memo Items, wo ein Teil der Emissionen des Internationalen Seeverkehrs zukünftig nationalen Quellen zugeschlagen wird, sowie bei den CO₂-Emissionen aus Biomasse, die wiederum durch Korrekturen der Biomasseeinsätze in CRF 1 angepasst werden mussten.

Sämtliche infolge von Anmerkungen des Expert Review Teams im sogenannten Saturday Letter erfolgten Neuberechnungen werden in Kapitel 10.5.2 sowohl inhaltlich als auch hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf das Inventar der Quellgruppe selbst und das Gesamtinventar ausführlicher beschrieben.

Tabelle 246: Auswirkungen der in Resubmission 2010 gegenüber der Submission 2010 vorgenommenen Rückrechnungen auf das Gesamtinventar 1990 - 2008

Emission Source	Base Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Categories	(Gg CO₂ equivalent)																			
Total National Emissions	19.468	19.468	19.753	19.699	20.145	20.509	24.091	23.616	23.005	21.826	21.497	25.766	23.104	23.500	26.226	28.466	27.585	26.839	28.437	25.654
1. Energy	2.757	2.757	3.592	3.504	2.870	2.961	5.015	3.880	3.820	2.420	2.748	6.307	3.730	3.313	5.758	7.901	7.101	7.465	9.400	7.087
A. Fuel Combustion	2.756	2.756	3.591	3.503	2.869	2.960	5.014	3.879	3.819	2.419	2.747	6.306	3.729	3.311	5.756	7.900	7.100	7.464	9.399	7.086
2 Manufacturing Industries and Construction	2.612	2.612	3.446	3.381	2.725	2.816	4.870	3.713	3.686	2.286	2.600	6.194	3.613	3.221	5.674	7.818	7.018	7.390	8.991	6.582
3 Transport	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	334	430
4. Other Sectors	144	144	144	122	144	144	144	166	133	133	147	113	116	90	82	82	82	74	74	74
B. Fugitive Emissions from Fuels	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2. Oil and Natural Gas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2. Industrial Processes	1.874	1.874	1.726	1.620	2.294	2.457	2.741	2.725	2.900	2.912	2.816	3.039	2.899	3.783	4.152	4.725	5.026	5.193	5.682	4.970
A Mineral Products	421	421	325	245	246	269	241	237	260	281	264	273	299	275	306	413	301	289	303	301
B Chemical Industry	1.453	1.453	1.401	1.375	2.048	2.188	2.500	2.488	2.640	2.631	2.552	2.766	2.600	3.508	3.846	4.312	4.725	4.903	5.379	4.669
3. Solvent and Other Product Use	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4. Agriculture	12.149	12.149	11.201	10.858	10.865	10.198	10.748	10.921	10.909	10.971	11.229	11.358	11.140	10.797	10.562	11.073	10.943	10.695	10.584	11.246
A Enteric Fermentation	1.013	1.013	921	1.041	1.096	1.083	1.113	1.158	1.146	1.158	1.179	1.182	1.234	1.224	1.245	1.229	1.252	1.225	1.246	1.256
B Manure Management	170	170	156	153	152	182	182	183	178	173	175	170	172	168	167	164	164	158	159	164
D Agricultural Soils	10.966	10.966	10.124	9.664	9.617	8.932	9.453	9.580	9.586	9.639	9.875	10.007	9.735	9.405	9.150	9.680	9.527	9.312	9.179	9.826
5. Land Use, Land Use Change and Forestry (N₂O only)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6. Waste	2.688	2.688	3.234	3.717	4.116	4.893	5.586	6.090	5.376	5.523	4.704	5.061	5.334	5.607	5.754	4.767	4.515	3.486	2.772	2.352
6.A Solid Waste Disposal on Land	2.688	2.688	3.234	3.717	4.116	4.893	5.586	6.090	5.376	5.523	4.704	5.061	5.334	5.607	5.754	4.767	4.515	3.486	2.772	2.352
Memo Items:	-139	-139	-144	-122	-144	-144	-144	-166	-133	-133	-147	-113	-116	-90	-82	-82	-82	-74	-60	-54
International Bunkers	-139	-139	-144	-122	-144	-144	-144	-166	-133	-133	-147	-113	-116	-90	-82	-82	-82	-74	-74	-74
Marine	-139	-139	-144	-122	-144	-144	-144	-166	-133	-133	-147	-113	-116	-90	-82	-82	-82	-74	-74	-74
CO₂ Emissions from Biomass (8)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	20

Zeilen ohne Rückrechnungen sind ausgeblendet.

Tabelle 247: Auswirkungen der in Resubmission 2010 gegenüber der Submission 2010 vorgenommenen Rückrechnungen auf das Gesamtinventar 1990 – 2008, hier Gesamtemissionen

Gesamtemissionen	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Submission 2010	Gg CO ₂ -äquivalent	1.231.865	1.185.787	1.134.688	1.124.025	1.105.098	1.101.440	1.122.223	1.084.485	1.060.143	1.027.503
Resubmission 2010		1.251.333	1.205.541	1.154.387	1.144.170	1.125.607	1.125.530	1.145.839	1.107.490	1.081.969	1.049.000
absolute Veränderung		19.468	19.753	19.699	20.145	20.509	24.091	23.616	23.005	21.826	21.497
relative Veränderung	%	1,58	1,67	1,74	1,79	1,86	2,19	2,10	2,12	2,06	2,09
Gesamtemissionen	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Submission 2010	Gg CO ₂ -äquivalent	1.024.777	1.041.495	1.021.290	1.014.628	1.000.738	978.383	984.097	958.335	958.850	
Resubmission 2010		1.050.544	1.064.599	1.044.790	1.040.854	1.029.204	1.005.968	1.010.936	986.773	984.504	
absolute Veränderung		25.766	23.104	23.500	26.226	28.466	27.585	26.839	28.437	25.654	
relative Veränderung	%	2,51	2,22	2,30	2,58	2,84	2,82	2,73	2,97	2,68	

Tabelle 248: Auswirkungen der in Resubmission 2010 gegenüber der Submission 2010 vorgenommenen Rückrechnungen auf das Gesamtinventar 1990 – 2008, hier Kohlendioxid

CO2-Emissionen	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Submission 2010	Gg CO ₂	1.016.438	978.446	929.323	919.174	904.006	903.407	926.278	894.733	888.729	861.727
Resubmission 2010		1.021.065	983.759	934.443	924.334	909.420	911.156	932.877	901.447	894.057	867.286
absolute Veränderung		4.626	5.313	5.120	5.160	5.414	7.748	6.599	6.713	5.328	5.558
relative Veränderung	%	0,46	0,54	0,55	0,56	0,60	0,86	0,71	0,75	0,60	0,65
CO2-emissionen	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Submission 2010	Gg CO ₂	864.733	893.191	921.759	922.193	905.049	887.701	897.128	871.887	862.488	
Resubmission 2010		874.071	899.814	928.307	931.347	916.260	898.328	908.014	884.966	873.170	
absolute Veränderung		9.338	6.623	6.548	9.154	11.211	10.627	10.886	13.079	10.682	
relative Veränderung	%	1,08	0,74	0,71	0,99	1,24	1,20	1,21	1,50	1,24	

Tabelle 249: Auswirkungen der in Resubmission 2010 gegenüber der Submission 2010 vorgenommenen Rückrechnungen auf das Gesamtinventar 1990 – 2008, hier Methan absolut

CH ₄ -Emissionen, absolut	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Submission 2010	Gg CH ₄	4.919	4.668	4.461	4.425	4.196	4.040	3.899	3.716	3.465	3.424
Resubmission 2010		5.103	4.873	4.695	4.680	4.489	4.368	4.253	4.035	3.791	3.713
absolute Veränderung		184	205	234	255	293	328	354	319	326	289
relative Veränderung	%	3,75	4,40	5,24	5,77	6,99	8,11	9,08	8,59	9,42	8,43
CH ₄ -Emissionen, absolut	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Submission 2010	Gg CH ₄	3.236	3.077	2.910	2.743	2.557	2.451	2.357	2.293	2.274	
Resubmission 2010		3.542	3.398	3.243	3.084	2.850	2.734	2.589	2.492	2.453	
absolute Veränderung		305	321	333	341	293	282	232	199	180	
relative Veränderung	%	9,44	10,43	11,45	12,44	11,47	11,52	9,84	8,68	7,90	

Tabelle 250: Auswirkungen der in Resubmission 2010 gegenüber der Submission 2010 vorgenommenen Rückrechnungen auf das Gesamtinventar 1990 – 2008, hier Methan in CO₂-Äquivalenten

CH ₄ -Emissionen, äquivalent	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Submission 2010	Gg CO ₂ -äquivalent	103.299	98.019	93.685	92.924	88.116	84.839	81.885	78.035	72.761	71.906
Resubmission 2010		107.170	102.331	98.596	98.288	94.275	91.721	89.316	84.735	79.615	77.965
absolute Veränderung		3.871	4.312	4.911	5.365	6.159	6.882	7.431	6.700	6.854	6.059
relative Veränderung	%	3,75	4,40	5,24	5,77	6,99	8,11	9,08	8,59	9,42	8,43
CH ₄ -Emissionen, äquivalent	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Submission 2010	Gg CO ₂ -äquivalent	67.959	64.623	61.102	57.604	53.687	51.474	49.498	48.146	47.745	
Resubmission 2010		74.372	71.362	68.102	64.770	59.847	57.405	54.367	52.323	51.518	
absolute Veränderung		6.413	6.740	6.999	7.166	6.160	5.931	4.870	4.177	3.773	
relative Veränderung	%	9,44	10,43	11,45	12,44	11,47	11,52	9,84	8,68	7,90	-

Tabelle 251: Auswirkungen der in Resubmission 2010 gegenüber der Submission 2010 vorgenommenen Rückrechnungen auf das Gesamtinventar 1990 – 2008, hier Lachgas absolut

N₂O-Emissionen, absolut	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Submission 2010	Gg N ₂ O	258	249	251	244	245	244	250	241	198	186
Resubmission 2010		293	282	282	275	274	275	281	272	229	218
absolute Veränderung		35	33	31	31	29	31	31	31	31	31
relative Veränderung	%	13,71	13,12	12,42	12,74	11,76	12,49	12,35	12,86	15,73	17,14
N₂O-Emissionen, absolut	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Submission 2010	Gg N ₂ O	186	192	188	186	193	186	183	190	194	
Resubmission 2010		218	224	220	218	229	222	219	226	230	
absolute Veränderung		32	31	32	32	36	36	36	36	36	36
relative Veränderung	%	17,40	16,35	17,05	17,22	18,50	19,09	19,56	18,94	18,61	

Tabelle 252: Auswirkungen der in Resubmission 2010 gegenüber der Submission 2010 vorgenommenen Rückrechnungen auf das Gesamtinventar 1990 – 2008, hier Lachgas in CO₂-Äquivalenten

N₂O-Emissionen, äquivalent	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Submission 2010	Gg CO ₂ -äquivalent	79.989	77.173	77.821	75.525	75.972	75.749	77.602	74.597	61.291	57.641
Resubmission 2010		90.959	87.301	87.490	85.146	84.909	85.209	87.188	84.189	70.935	67.521
absolute Veränderung		10.970	10.128	9.668	9.621	8.936	9.460	9.586	9.592	9.644	9.880
relative Veränderung	%	13,71	13,12	12,42	12,74	11,76	12,49	12,35	12,86	15,73	17,14
N₂O-Emissionen, äquivalent	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Submission 2010	Gg CO ₂ -äquivalent	57.572	59.593	58.376	57.532	59.960	57.775	56.654	59.028	60.166	
Resubmission 2010		67.587	69.334	68.329	67.438	71.055	68.802	67.738	70.208	71.366	
absolute Veränderung		10.015	9.741	9.952	9.906	11.095	11.027	11.084	11.181	11.199	
relative Veränderung	%	17,40	16,35	17,05	17,22	18,50	19,09	19,56	18,94	18,61	-

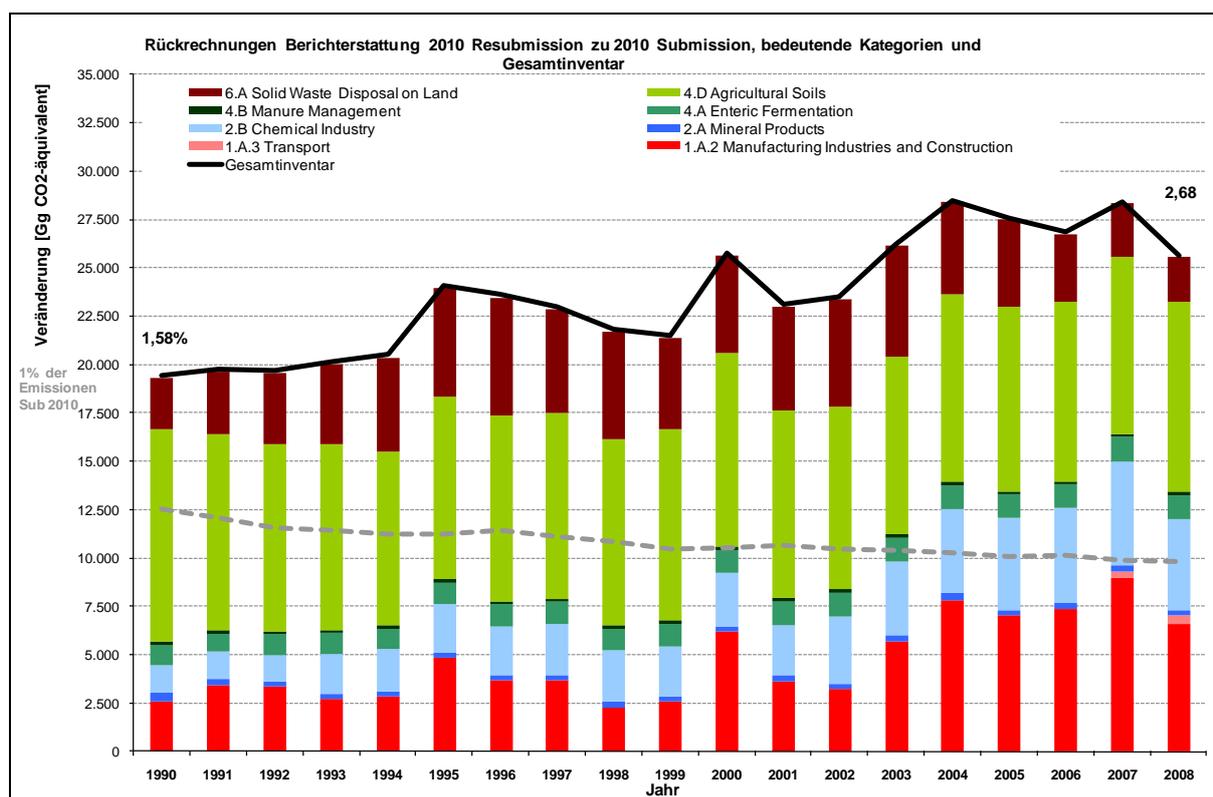


Abbildung 60: Auswirkungen der in Resubmission 2010 gegenüber der Submission 2010 vorgenommenen Rückrechnungen auf das Gesamtinventar 1990 - 2008

10.5.2 In Saturday Letter eingegangene Findings des ERT und daraus resultierende Rückrechnungen

10.5.2.1 Verbrennung von Brennstoffen - Sonstige - Gichtgas (1.A.2.f)

Nach Anmerkungen des Expert Review Teams werden unter 1.A.2.f, Sonstige jetzt auch Gichtgasverluste und –abfackelungen mitberücksichtigt.

Tabelle 253: Auswirkungen der Mitberücksichtigung der Gichtgas-Verluste und –abfackelungen auf die unter 1.A.2.f, Sonstige berichteten Treibhausgas-Emissionen 1990-2008

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2008
Submission 2010	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	120.402,99	87.841,67	74.478,83	75.713,32	74.174,30
Resubmission 2010		123.014,77	92.711,90	80.672,36	82.731,05	80.756,45
Differenz absolut		2.611,78	4.870,23	6.193,53	7.017,73	6.582,15
Differenz relativ	[%]	2,12	5,25	7,68	8,48	8,15

10.5.2.2 Abfackelung und Entlüftung (1.B.2.c)

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

Tabelle 254: Auswirkungen der beschriebenen Rückrechnungen auf die unter 1.B.2.c – Abfackelung und Belüftung berichteten Treibhausgas-Emissionen 1990-2008

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2008
Submission 2010	[t N ₂ O]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Resubmission 2010		3,56	3,30	3,48	3,74	3,16
Resubmission 2010	[t CO ₂ e]	1103,6	1023,0	1078,8	1159,4	979,6
Differenz relativ	[%]	100	100	100	100	100

10.5.2.3 Emissionen aus der Nationalen Küsten- und Binnenschifffahrt – hier: Rückgang der Emissionen ab 2007 (1.A.3.d)

Mit der Resubmission 2010 korrigiert Deutschland die für diese Quellgruppe ab 2007 berichteten Aktivitätsdaten und Emissionen nach oben. Die in den betreffenden offiziellen Statistiken (Amtliche Mineralöl- und Energiebilanzen) enthaltenen Verbrauchsangaben sind aufgrund der geänderten Meldemodalitäten eines großen Raffineriebetreibers ab 2007 nicht mehr korrekt und werden daher vorerst anhand der erbrachten Verkehrsleistung extrapoliert.

Die Auswirkungen auf die unter 1.A.3.d für die Jahre ab 2007 berichteten Treibhausgas-Emissionen sind in folgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 255: Auswirkungen der Korrektur der Aktivitätsdaten der Binnenschifffahrt auf die unter 1.A.3.d berichteten Emissionen 1990-2008 (ohne CO₂ aus Biodiesel)

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2007	2008
Submission 2010	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	2.060	1.752	882	954	508	404
Resubmission 2010		2.060	1.752	882	954	842	833
Differenz absolut		0	0	0	0	334	430
Differenz relativ	[%]	0	0	0	0	66	106

10.5.2.4 Emissionen aus der Fischerei – hier: Emissionen aus dem deutschen Hochseefischfang (1.A.4.c iii)

Mit der Resubmission 2010 berichtet Deutschland erstmals auch Emissionen der deutschen Hochsee-Fangflotte. Die Auswirkungen auf die unter 1.A.4 insgesamt berichteten Treibhausgas-Emissionen sind in folgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 256: Auswirkungen der erstmaligen Erfassung des deutschen Hochsee-Fischfangs auf die unter 1.A.4 berichteten Emissionen 1990-2008

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
Submission 2010	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	207.921	191.835	171.181	158.013	161.324	128.829	152.074
Resubmission 2010		208.065	191.979	171.294	158.095	161.398	128.903	152.147
Differenz absolut		144	144	113	82	74	74	74
Differenz relativ	[%]	0,07	0,08	0,07	0,05	0,05	0,06	0,05

10.5.2.5 Emissionen aus den Industrieprozessen - Mineralische Produkte – Kalkproduktion (2.A.2)

Im Laufe der Inventarüberprüfung ermittelte das Review-Team eine Unterschätzung der Produktionsmengen durch Produzenten, die nicht Mitglied im Bundesverband sind. Zur Realisierung der Vollständigkeit der Inventardaten wurde innerhalb der Überprüfung eine Neuberechnung vorgelegt. Durch die Hinzunahme von Werken, die nicht über die vom BV Kalk zur Verfügung gestellte Gesamtproduktionsmenge erfasst werden, ergeben sich leicht höhere Emissionen ab 1990. Für die gesamte Quellgruppe bedeutet das eine jährliche Erhöhung um 0,5 – 1 %. Der Trend ändert sich nicht. Im Detail ergab sich Folgendes:

Tabelle 257: Neuberechnung der CO₂-Emissionen der deutschen Kalkindustrie im Laufe der Inventarüberprüfung 2010

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2008
Submission 2010	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	6.135	6.313	5.819	5.415	5.652
Re-Submission 2010		6.176	6.355	5.862	5.453	5.701
Differenz absolut		+41,4	+41,2	+42,8	+38,5	+49,1
Differenz relativ	[%]	+0,68	+0,65	+0,73	+0,71	+0,87

10.5.2.6 Emissionen aus den Industrieprozessen - Mineralische Produkte – Sodaherstellung und –nutzung (2.A.4)

In der Resubmission 2010 wurden aufgrund der Forderung des Expert Review Teams die CO₂-Emissionen aus der Nutzung von Soda rekalkuliert

Tabelle 258: Rekalkulation der CO₂-Emissionen aus der Nutzung von Soda

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2008
Submission 2010	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	IE	IE	IE	IE	IE
Resubmission 2010		379,40	199,61	230,70	262,33	259,97
Differenz absolut		379,40	199,61	230,70	262,33	259,97
Differenz relativ	[%]	100	100	100	100	100

Quelle: Datenbank ZSE für Resubmission 2010 und Submission 2011

10.5.2.7 Emissionen aus der Chemischen Industrie: Ammoniakproduktion (2.B.1)

In der Resubmission 2010 wurden aufgrund der Forderung des Expert Review Teams die CO₂-Emissionen aus der Ammoniak-Produktion rekalkuliert da die CO₂-Mengen aus dem Recovery ebenfalls zu den CO₂-Emissionen der Ammoniak-Produktion dazugerechnet werden mussten.

Tabelle 259: Rekalkulation der CO₂-Emissionen aus der Ammoniak-Herstellung

	Wertetyp	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Submission 2010	EM	Gg	4.292	3.756	3.803	3.648	3.615	4.505	4.503	4.416	4.580	4.436
Resubmission 2010	EM + Rückgewinnung	Gg	5.745	5.157	5.178	5.696	5.803	7.005	6.991	7.056	7.211	6.988
Differenz	absolut	Gg	1.453	1.401	1.375	2.048	2.188	2.500	2.488	2.640	2.631	2.552
	Wertetyp	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Submission 2010	EM	Gg	4.773	4.346	4.623	4.510	4.278	4.570	4.281	4.331	4.111	
Resubmission 2010	EM + Rückgewinnung	Gg	7.539	6.946	7.589	7.608	7.185	7.805	7.422	7.721	7.417	
Differenz	absolut	Gg	2.766	2.600	2.966	3.098	2.907	3.235	3.141	3.390	3.306	

10.5.2.8 Emissionen aus der Chemischen Industrie: Salpetersäureproduktion (2.B.2)

In der Berichtsrunde 2010 führte ein Fehler bei der Aufaggregation des EF(N₂O) zu einer fehlerhaften Darstellung der Emissionen. Die korrekten quellspezifischen Rückrechnungen sind nun in den CRF-Tabellen dargestellt. In der Resubmission 2010 wurde dieser Fehler aufgrund der Forderung des Expert Review Team korrigiert.

Tabelle 260: Rekalkulation der N₂O-Emissionen aus 2.B.2 - Salpetersäureproduktion 1990-2008

	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Submission 2010	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	3.384	3.095	2.842	3.039	3.030	3.455	3.484	3.428	3.424	3.637
Resubmission 2010		3.384	3.095	2.842	3.039	3.030	3.455	3.484	3.428	3.424	3.637
Differenz		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Submission 2010	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	3.814	3.593	3.470	3.509	3.420	3.428	3.367	3.179	2.839	
Resubmission 2010		3.814	3.593	4.012	4.257	4.824	4.918	5.129	5.168	4.202	
Differenz		0	0	542	748	1.405	1.490	1.762	1.989	1.363	

10.5.2.9 4.A.1

Anlässlich des In-Country-Reviews im September 2010 wurde durch das ERT beanstandet, dass das deutsche Milchkuhmodell die CH₄-Emission aus der Verdauung mit Hilfe eines Ansatzes für den Methan-Umwandlungsfaktor Y_m berechnet, der auf nordamerikanischen Bedingungen und der Verwendung von CH₄-reduzierenden Futterzusätzen beruht (Ellis et al., 2007). Die Verwendung dieses Ansatzes führt für das Jahr 2008 zu $Y_m = 5,34 \%$, wohingegen IPCC (2000) 6 % empfiehlt. Nach Auffassung des ERT hat Deutschland mit dem Ansatz nach Ellis et al. (2007) die CH₄-Emission aus der Verdauung bei Milchkühen in der Submission 2010 unterschätzt. Das ERT empfahl die Verwendung eines Ansatzes nach Mills et al. (2003), der zu $Y_m = 6,8 \%$ führen würde. Dieser Empfehlung folgte Deutschland nicht, da dieser Wert zu einer offensichtlichen Überschätzung der CH₄-Emission aus der Verdauung bei Milchkühen führen würde, wie ein Vergleich mit den Ergebnissen europäischer Nachbarstaaten zeigte. Stattdessen verwendet Deutschland ab der Resubmission 2010 $Y_m = 6 \%$ nach IPCC (2000).

Tabelle 261: Rekalkulation der CH₄-Emissionen aus 4.A.1 – Verdauung bei Milchkühen 1990-2008

	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Submission 2010	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	13.119	11.842	11.526	11.545	11.467	11.466	11.505	11.187	10.883	10.820
Resubmission 2010		14.132	12.763	12.566	12.641	12.551	12.579	12.663	12.333	12.041	11.999
Differenz		1.013	921	1.041	1.096	1.083	1.113	1.158	1.146	1.158	1.179
	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Submission 2010	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	10.483	10.579	10.336	10.295	10.116	10.093	9.762	9.809	10.080	
Resubmission 2010		11.665	11.813	11.560	11.540	11.345	11.345	10.988	11.055	11.336	
Differenz		1.182	1.234	1.224	1.245	1.229	1.252	1.225	1.246	1.256	

10.5.2.10 4.B.1

Deutschland verwendete in der Submission 2010 bei Milchkühen einen nationalen Wert für den Aschegehalt in der Berechnung der Ausscheidungen von „volatile solids“ (VS). Dieser Wert betrug 13,9 %, während IPCC (2000) 8 % empfiehlt. Das ERT stellte fest, dass die Verwendung des höheren nationalen Wertes indirekt zu einer Unterschätzung der CH₄-Emission aus dem Wirtschaftsdünger-Management führt. Deutschland verwendet daher ab der Resubmission 2010 den Wert nach IPCC (2000).

Tabelle 262: Rekalkulation der CH₄-Emissionen aus 4.B.1 – Wirtschaftsdünger-Management bei Milchkühen 1990-2008

	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Submission 2010	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	2.484	2.283	2.228	2.224	2.660	2.660	2.673	2.595	2.529	2.557
Resubmission 2010		2.654	2.439	2.380	2.377	2.843	2.843	2.856	2.773	2.703	2.732
Differenz		170	156	153	152	182	182	183	178	173	175
	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Submission 2010	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	2.476	2.505	2.449	2.440	2.396	2.387	2.308	2.325	2.399	
Resubmission 2010		2.646	2.677	2.617	2.607	2.560	2.551	2.466	2.484	2.563	
Differenz		170	172	168	167	164	164	158	159	164	

10.5.2.11 Indirekte N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden als Folge von Auswaschung und Oberflächenabfluss (4.D.3.2)

Für die Submission 2010 berechnete Deutschland die indirekten N₂O-Emissionen aus Auswaschung und Oberflächenabfluss mit dem Emissionsfaktor EF₅=0.0075 kg kg⁻¹ N₂O-N nach den 2006-Guidelines (IPCC, 2006). Die im NIR 2010 und anlässlich des In-Country-Review im September 2010 vorgebrachten Begründungen, dass es sich um einen für Deutschland besser geeigneten Emissionsfaktor handelt als der in den 1996-Guidelines empfohlene Wert (EF₅=0.025 kg kg⁻¹ N₂O-N), wurden durch das ERT als nicht hinreichend bewertet. Deutschland berechnet daher die indirekten N₂O-Emissionen aus Auswaschung und Oberflächenabfluss ab der Resubmission 2010 mit dem höheren Emissionsfaktor nach den 1996-Guidelines (IPCC, 1996).

Tabelle 263: Rekalkulation der N₂O-Emissionen aus 4.D.3.2 – N₂O aus Auswaschung und Oberflächenabfluss 1990-2008

	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Submission 2010	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	4.699	4.338	4.142	4.121	3.828	4.051	4.105	4.108	4.131	4.232
Resubmission 2010		15.666	14.462	13.806	13.738	12.760	13.504	13.685	13.694	13.771	14.107
Differenz		10.966	10.124	9.664	9.617	8.933	9.453	9.580	9.586	9.640	9.875
	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Submission 2010	[Gg CO ₂ -Äquiv.]	4.288	4.172	4.030	3.921	4.148	4.083	3.990	3.934	4.211	
Resubmission 2010		14.295	13.906	13.435	13.072	13.829	13.610	13.302	13.113	14.037	
Differenz		10.007	9.735	9.405	9.150	9.680	9.527	9.312	9.179	9.826	

10.5.2.12 Geordnete Deponierung – Deponierung von Siedlungsabfällen (6.A.1)

Im Review des deutschen Treibhausgasinventars 2010 im September 2010 wurde vom ERT die Berechnung der Quellgruppe 6.A.1 in folgenden Punkten beanstandet:

- Die Beiträge zur Methanbildung aus mechanisch-biologisch behandelten Abfällen (MBA-Abfälle) und aus mineralischen Abfällen mit Gesamtkohlenstoffgehalten unter 5 % wurden im Inventar nicht berücksichtigt. Solche Abfälle mit geringem Methanbildungspotential werden in Deutschland auch nach dem Inkrafttreten des Ablagerungsverbotes für biologisch abbaubare Abfälle im Juni 2005 weiter auf Deponien abgelagert.
- Die Erfassungsraten für Deponiegas beruhen nicht auf Monitoringdaten sondern (aus Sicht der ERT unzulässig) auf einer qualifizierten Schätzung.

Als Folge des Review erfolgte eine vollständige Rückrechnung der Zeitreihe von 1990 bis 2008. Hierbei wurden bei der Berechnung der Methanbildung auch die geringen Beiträge aus den nach 2005 abgelagerten mineralischen Abfällen und MBA-Abfällen berücksichtigt (siehe

Kapitel 8.2.1.2.1 und 8.2.1.2.2); die Auswirkungen auf die Gesamtmethanbildung sind jedoch gering.

Zur Ermittlung der Erfassungsraten für Deponiegas wurde bei der Rückrechnung auf Monitoringdaten zurückgegriffen (siehe 0). Da diese Daten nicht die gesamte gefasste Deponiegasmenge beinhalten, führt die Rückrechnung zu deutlich höheren Methanemissionen.

Tabelle 264: Ergebnis der Rückrechnung (6.A.1)

	Einheit	1990	1995	2000	2005	2008
Resubmission 2010						
Erzeugtes Methan	Gg CH ₄	2.169	2.095	1.611	1.202	943
	Gg CO ₂ eq	45.549	43.995	33.831	25.242	19.824
Aufgefangenes Methan	Gg CH ₄	126	176	352	447	421
	Gg CO ₂ eq	2.645	3.703	7.479	9.397	8.843
Methan-Emissionen	Gg CH ₄	1.838	1.727	1.133	679	470
	Gg CO ₂ eq	38.607	36.267	23.786	14.263	9.868
Submission 2010						
Erzeugtes Methan	Gg CH ₄	2.169	2.095	1.611	1.199	924
	Gg CO ₂ eq	45.549	43.995	33.831	25.179	19.404
Aufgefangenes Methan	Gg CH ₄	268	471	620	683	526
	Gg CO ₂ eq	5.628	9.891	13.020	14343	11046
Methan-Emissionen	Gg CH ₄	1.710	1.461	892	464	358
	Gg CO ₂ eq	35.910	30.681	18.732	9744	7518
absolute Veränderung (Resubmission 2010 : Submission 2010)						
Erzeugtes Methan	Gg CH ₄	0	0	0	3	19
	Gg CO ₂ eq	0	0	0	63	399
Aufgefangenes Methan	Gg CH ₄	-142	-295	-268	-236	-105
	Gg CO ₂ eq	-2.982	-6.195	-5.628	-4.956	-2.205
Methan-Emissionen	Gg CH ₄	128	266	241	215	112
	Gg CO ₂ eq	2.688	5.586	5.061	4.515	2.352
relative Veränderung (Resubmission 2010 = 100 %)						
Erzeugtes Methan		0,0	0,0	0,0	0,2	2,0
Aufgefangenes Methan	[%]	-112,7	-167,6	-76,1	-52,8	-24,9
Methan-Emissionen		7,0	15,4	21,3	31,7	23,8

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 zur Ermittlung der Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren verwendete Datenquelle ist die Bundeswaldinventur. Deren Walddefinition ist unter anderem Grundlage für die Berichterstattung und im Kapitel 7.2.3 zu finden.

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 zählen gemäß § 2 (2) Nr. 1 Bundeswaldgesetz (BWaldG) nicht zur nationalen Walddefinition. Sie werden daher auch nicht im Bereich der Treibhausgasberichterstattung erfasst. Flächen, die seit 1990 aufgeforstet wurden und aufgrund von Naturkatastrophen kurzzeitig keine Bestockung aufweisen sind nach § 2 (1) BWaldG weiterhin Wald und müssen wieder bestockt werden. Daher sind diese Flächen nachwievor zu Waldbewirtschaftung nach Art. 3.4 zu zählen. Entwaldung durch Naturkatastrophen gibt es in Deutschland nicht.

Für die neuen Bundesländer wurden Karten der Waldbedeckung 1990 und deren Veränderungen bis 2002 bzw. 2005/2006 in dem Projekt GSE Forest Monitoring: Inputs für die Treibhausgasberichterstattung (GSE 2003, GSE 2006, GSE 2007, GSE 2009) entwickelt. Die dabei verwendeten Daten, Kriterien und Definitionen finden sich in den Kapiteln 7.2.2.3, 7.2.3.2 und 19.5.1.1.

Entsprechend dem deutschen Eröffnungsbericht des Kyoto-Protokolls (UNFCCC 2007) wurde die folgende Walddefinition in Übereinstimmung mit der FAO-Walddefinition verwendet:

- Bestockung bzw. von Bäumen überschirmte Fläche von mehr als 10 %
- Kleinste zu berücksichtigende Fläche beträgt 0,1 ha
- Potentielle Baumhöhe mindestens 5 Meter

Innerhalb der in den Marrakesh Accords gesetzten Grenzen ist diese Definition die, die der in der nationalen Waldinventur verwendeten am nächsten kommt. Untersuchungen haben gezeigt, dass der Vergleich zwischen Berechnungen der Aktivitätsdaten nach den oben aufgeführten Definitionen zu vernachlässigbaren Unterschieden führt.

11.1.2 *Gewählte Aktivitäten unter Artikel 3, Absatz 4 des Kyoto-Protokolls*

Entsprechend dem **Eröffnungsbericht** des Kyoto-Protokolls hat Deutschland die Option der Anrechnung forstlicher Tätigkeiten 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 GPG (IPCC 2003) verwendet. Nach IPCC 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)⁷⁷.“ Die Wiederaufforstung unterscheidet sich von der Neuaufforstung lediglich durch den Zeitpunkt der letzten Bewaldung, da die Flächen, die nach IPCC als neuaufgeforstet anzusehen sind, seit dem 31.12.1989 nicht bewaldet waren⁷⁸. Da der Zeitpunkt der Berichterstattung für Deutschland mit dem Basisjahr 1990 beginnt und keine ausreichende Datengrundlage zur Abgrenzung der Landnutzungsformen vor 1990 vorhanden ist, werden hier Neu- und Wiederaufforstung zusammengefasst betrachtet. 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 (oder Wiederaufforstung) 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. Demnach kann eine landwirtschaftliche Fläche von (bewirtschaftetem) Ackerland in unbewirtschaftete Weide und durch eine spontane Ansiedlung von Bäumen (Sukzession) 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 wurde⁷⁹. 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“. 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.

Entwaldung wird nach IPCC als „die direkte vom Mensch induzierte Umwandlung von Waldflächen in Nichtwaldflächen⁸⁰“ definiert. Nicht als Entwaldung gilt das Ernten von Waldflächen, die danach wieder verjüngt werden, da dieser Vorgang gemäß Art. 3.4 zur

⁷⁷ 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 No 1 lit. b FCCC/CP/2001/15/Add.1, page 58.

⁷⁸ IPCC LULUCF GPG (2003), Section 4.2.5.1.

⁷⁹ Vgl. IPCC LULUCF GPG (2003), Section 4.2.5.2.

⁸⁰ 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.

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 werden⁸¹. 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.

Waldbewirtschaftung ist der formale oder informale Prozess der Planung und Einbindung von Praktiken, die zur Erfüllung relevanter ökologischer, ökonomischer, sozialer und kultureller Funktionen des Waldes dient. Die Klasse „Bewirtschafteter Wald“ umfasst den Wald, der bewirtschaftet wird. Zu den bewirtschafteten Wäldern werden alle Wälder gezählt, die der Erfüllung relevanter ökologischer, ökonomischer, sozialer und kultureller Funktionen dienen. Diese Kategorie umfasst alle Waldflächen die für die Gesellschaft zugänglich sind, unabhängig davon, ob deren Landnutzung sichtbar ist oder nicht (siehe auch Kapitel 19.5.1.4).

Da jede Landnutzungsänderung hin zu Wald als Neubewaldung, jede Landnutzungsänderung von Wald in eine andere Landnutzungsart als Entwaldung und alle Waldflächen, die nicht Neuwald sind als bewirtschaftet und der Waldbewirtschaftung unterliegend betrachtet werden (siehe Begründung dazu im Anhang Kapitel 19.5.1.4), ist eine Änderung über die Zeit 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 eine weit ausgelegte Definition sowohl für Waldbewirtschaftung als auch für Aufforstung und Entwaldung angewendet wird, entsprechen die Aktivitäten nach Art. 3.3 und 3.4 (soweit gewählt) den folgenden Kategorien nach der Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention:

Aufforstung/Wiederbewaldung entspricht:

- 5.A.2.1. Ackerland zu Wald
- 5.A.2.2. Grünland zu Wald
- 5.A.2.3. Feuchtgebiete/Wasserflächen zu Wald
- 5.A.2.4. Siedlung zu Wald
- 5.A.2.5. Andere zu Wald

Entwaldung entspricht:

- 5.B.2.1. Wald zu Ackerland

⁸¹ Vgl. IPCC LULUCF GPG (2003), Section 4.2.6.1.

- 5.C.2.1. Wald zu Grünland
- 5.D.2.1. Wald zu Feuchtgebieten/Wasserflächen
- 5.E.2.1. Wald zu Siedlung
- 5.F.2.1. Wald zu Anderen

Quellen- und Senkenwirkungen von Waldbewirtschaftung entsprechen:

- 5.A.1 bleibende Waldfläche

Methoden zur Herleitung der Aktivitätsdaten und der Emissionsfaktoren sind in den Kapiteln 7.2.3 und 7.2.4 ausführlich beschrieben.

11.2 Landbezogene Informationen

11.2.1 *Methoden, die für die Bestimmung der Flächengröße nach Artikel 3.3 genutzt werden*

Die verwendete Methodik zur Herleitung der Aktivitätsdaten (Flächen) ist in Kapitel 7.2.3 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 für die alten Bundesländer im Zeitraum 1990 bis 2009 aus den Punktdaten der Bundeswaldinventuren hergeleitet (BMELV 2005). Für die neuen Bundesländer erfolgte die Flächenbestimmung in dem Zeitraum 1990 bis 2009 mit den Daten des Projektes GSE FM-INT (GSE 2003, GSE 2006, GSE 2007, GSE 2009).

11.2.2 *Methodik, die zur Entwicklung der Landübergangsmatrix benutzt wird*

Die Bestimmung der Waldfläche und die Herleitung der Flächen für die Veränderungsklassen der alten Bundesländer sind ausführlich im Kapitel 7.2.3.1 beschrieben. Für die neuen Bundesländer findet sich in Kapitel 7.2.3.2 eine Beschreibung über die verwendeten Methoden für die Herleitung der Flächen. In Tabelle 265 sind die Landnutzungsänderungen von Waldflächen (Entwaldung) getrennt nach alten und neuen Bundesländern für den Zeitraum 1990 bis 2009 zusammengefasst. Dabei bleiben Umwandlungsflächen bis zum Ende der Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls 2012 in der Umwandlungsklasse, weshalb die jährlichen Flächen akkumuliert werden.

Tabelle 265: Landnutzungsänderungen von Waldflächen (Entwaldung) getrennt nach alten und neuen Bundesländern

Jahr	Entwaldung [ha]		
	Alte Bundesländer	Neue Bundesländer	Deutschland
1990	5.450	1.527	6.977
1991	10.900	3.053	13.954
1992	16.351	4.580	20.930
1993	21.801	6.106	27.907
1994	27.251	7.633	34.884
1995	32.701	9.159	41.861
1996	38.152	10.686	48.837
1997	43.602	12.212	55.814
1998	49.052	13.739	62.791
1999	54.502	15.265	69.768
2000	59.953	16.792	76.744
2001	65.403	18.318	83.721
2002	70.853	19.845	90.698
2003	76.303	21.371	97.675
2004	81.754	22.898	104.652
2005	87.204	24.424	111.628
2006	92.654	25.951	118.605
2007	98.104	27.478	125.582
2008	103.555	29.004	132.559
2009	109.005	30.531	139.535

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®)
- 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.

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 *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 siehe auch Kapitel 19.5.1.3:

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.
- Hochrechneralgorithmen für den Zustand von 1987, 2002, 2008 siehe Kapitel 7.2.4.1.7.
- Hochrechneralgorithmen 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.

11.3.1.1.2 *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 siehe auch Kapitel 19.5.1.3:

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.

11.3.1.1.3 Streu und Mineralischer Böden

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 (siehe auch Kapitel 19.5.1.3):*

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) $20,1 \text{ Mg ha}^{-1}$ und zum Zeitpunkt 2006 (BZE II / BioSoil) $19,8 \text{ Mg ha}^{-1}$. 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.

11.3.1.1.4 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 (siehe auch Kapitel 19.5.1.3):

Für Entwaldungsflächen wurden die Kohlenstoffänderungen in den mineralischen Böden vom Institut für Agrarrelevante Klimaforschung des vTI (vTI-AK) berechnet (siehe Kapitel 7.3.4.1).

Tabelle 266: Emissionsfaktoren für mineralische Böden der Entwaldungskategorien (negativ = Verlust, positiv = Speicherung)

Landnutzungsänderung	Emissionsfaktor [$\text{MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$]
Forest Land converted to Cropland	-21,21
Forest Land converted to Grassland	0
Forest Land converted to Wetlands	7,67
Forest Land converted to Settlements	0

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.

11.3.1.1.5 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 (siehe auch Kapitel 19.5.1.3):
Für Entwaldungsflächen wurden die Kohlenstoffänderungen in den organischen Böden vom Institut für Agrarrelevante Klimaforschung des vTI (vTI-AK) berechnet (siehe Kapitel 7.3.4.2).

Tabelle 267: Emissionsfaktoren für organische Böden der Entwaldungskategorien (negativ = Verlust, positiv = Speicherung)

Landnutzungsänderung	Emissionsfaktor [MgC ha ⁻¹ a ⁻¹]
Forest Land converted to Cropland	-11
Forest Land converted to Grassland	-5
Forest Land converted to Wetlands	0
Forest Land converted to Settlements	-5

11.3.1.1.6 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 und somit dem Inventar entzogen.

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 und für Neuwaldflächen im Kapitel 7.2.7.2.

Bei der Entwaldung wurde bei der Submission 2010 für die Biomasse ein durchschnittlicher Vorrat eines Bestandes verwendet. Durch die Stichproben der Bundeswaldinventuren lagen aber auch für Entwaldungsflächen Einzelbaumdaten vor, die eine genaue Schätzung der Vorratsverluste bei Entwaldung ermöglichten. Diese Schätzung über Einzelbaumdaten erfolgte dieses Jahr neu für den gesamten Zeitraum von 1990 bis 2009 (siehe Tabelle 268).

Tabelle 268: Neukalkulationen der C-Emissionen in der Biomasse für Entwaldungsflächen

Jahr	Biomasse Submission 2010 [GgC]	Biomasse Submission 2011 [GgC]	Differenz [GgC]
1990	-566,07	-141,59	424,48
1991	-578,42	-141,59	436,83
1992	-590,77	-141,59	449,18
1993	-603,12	-141,59	461,53
1994	-615,47	-141,59	473,88
1995	-627,82	-141,59	486,23
1996	-640,17	-141,59	498,58
1997	-652,52	-141,59	510,93
1998	-664,87	-141,59	523,28
1999	-677,22	-141,59	535,63
2000	-689,57	-141,59	547,98
2001	-701,92	-141,59	560,33
2002	-708,40	-126,07	582,33
2003	-711,81	-126,07	585,74
2004	-715,21	-126,07	589,14
2005	-718,62	-126,07	592,55
2006	-722,02	-118,61	603,41
2007	-725,43	-127,92	597,51
2008	-3.355,92	-130,42	3.225,50
2009		-127,32	

Auch bei dem Pool Streu der Entwaldungsflächen wurde durch eine neue Datengrundlage und erweiterte methodische Ansätze (siehe Kapitel 7.2.4.3 und 11.3.1.1.3) eine Neukalkulation notwendig. In Tabelle 269 sind die Ergebnisse der Submission 2011 den Werten der Submission 2010 gegenübergestellt.

Tabelle 269: Neukalkulationen der C-Emission in der Streu für Entwaldungsflächen

Jahr	Streu Submission 2010 [GgC]	Streu Submission 2011 [GgC]	Differenz [GgC]
1990	-202,20	-161,16	41,04
1991	-202,20	-159,72	42,48
1992	-202,20	-158,29	43,91
1993	-202,20	-156,85	45,35
1994	-202,20	-155,41	46,79
1995	-202,20	-153,97	48,23
1996	-202,20	-152,53	49,67
1997	-202,20	-151,09	51,11
1998	-202,20	-149,65	52,55
1999	-202,20	-148,21	53,99
2000	-202,20	-146,77	55,43
2001	-202,20	-145,33	56,87
2002	-202,20	-143,90	58,30
2003	-202,20	-142,46	59,74
2004	-202,20	-141,02	61,18
2005	-202,20	-139,58	62,62
2006	-202,20	-138,14	64,06
2007	-202,20	-136,70	65,50
2008	-931,05	-135,26	795,79
2009		-133,82	

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 7.2.5.2.2.

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 270) durch Aufforstungen liegt Deutschland mit Polen, Belgien und Großbritannien im oberen Bereich der Speicherleistung. Den deutlich abweichenden Höchstwert und damit größten Kohlenstoffspeicher zeigt die Schweiz. Auch bei der unterirdischen Biomasse liegt Deutschland mit Polen, Belgien und Frankreich im oberen Bereich. Der größte Speicher ist bei der unterirdischen Biomasse bei den Niederlanden zu finden. Im Bereich der Entwaldung zeigt Deutschland mit die geringsten Kohlenstoffverluste. Bei der oberirdischen Biomasse hat nur Österreich einen noch geringeren Verlust. Der größte Verlust an Kohlenstoff findet in Polen statt. In der Kategorie Waldbewirtschaftung sind die deutschen Kohlenstoffspeicher mit die niedrigsten. Bei der lebenden oberirdischen Biomasse hat nur die Schweiz einen noch

geringeren Speicher. Einen Kohlenstoffverlust sowohl für die oberirdische, als auch für die unterirdische Biomasse zeigt als einziger Dänemark. Die größten Speicher finden sich bei Polen.

Bei der Streu (Tabelle 271) weist Deutschland im Bereich der Aufforstung den höchsten Wert und damit den größten C-Speicher auf. Ähnlich hoch liegt Frankreich. Bei der Entwaldung hat Deutschland nach den Niederlanden die höchsten Kohlenstoffverluste. Die geringsten Verluste durch Entwaldung sind in Belgien zu finden.

Deutschland zeigt gemeinsam mit den Niederlanden den zweithöchsten Kohlenstoffverlust in Totholz (Tabelle 272) durch Entwaldung. Am größten sind die Verluste in der Schweiz, am geringsten in Belgien. Der Kohlenstoffspeicher in Totholz durch die Bewirtschaftung von Wald ist in Deutschland etwa gleich groß wie in Dänemark. Eine noch größere Speicherwirkung findet sich in der Schweiz; Frankreich hat sogar einen Kohlenstoffverlust durch die Waldbewirtschaftung zu verzeichnen.

Die Speicherwirkung mineralischer Böden (Tabelle 273) durch Aufforstung ist in Deutschland nach Großbritannien und Frankreich am geringsten. Die größten C-Speicher verzeichnen Österreich und Belgien. Die durch Entwaldung dargestellten C-Verluste in mineralischen Böden sind in Deutschland am geringsten. Ähnlich geringe Verluste zeigt die Tschechei; die größten Verluste sind in der Schweiz, Großbritannien und Österreich verzeichnet.

Aufgrund fehlender Vergleichsdaten der Nachbarländer zu organischen Böden ist diese Tabelle hier nicht wiedergegeben.

Tabelle 270: Kohlenstoffvorratsänderungen in lebender Biomasse (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)

Country ⁸²	Afforestation/ Reforestation [Mg C/ha]		Deforestation [Mg C/ha]		Forest Management [Mg C/ha]	
	above-ground	below-ground	above-ground	below-ground	above-ground	below-ground
AUT	1,00	0,18	-0,77	-0,20	NA	NA
BEL	2,66	0,53	-1,29	-0,26	NA	NA
CHE	4,05	IE	-5,44	IE	0,01	IE
CZE	1,52	0,30	-2,68	-0,54	0,54	0,11
DNK	0,22	0,04	-1,04	-0,17	-0,21	-0,03
FRA	1,10	0,47	-2,35	-0,54	1,26	0,40
GBR	2,46	IE	-3,40	IE,NO	1,27	IE
GER	2,62	0,51	-0,79	-0,12	0,34	0,10
NLD	2,14	0,93	-3,16	-0,60	NA	NA
POL	2,89	0,58	-56,35	-11,27	3,61	0,72

Quelle: UNFCCC 2010

⁸² AUT = Österreich, BEL = Belgien, CHE = Schweiz, CZE = Tschechische Republik, DNK = Dänemark, FRA = Frankreich, GBR = Vereinigtes Königreich, GER = Deutschland, NLD = Niederlande, POL = Polen

Tabelle 271: Kohlenstoffvorratsänderungen in Streu (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)

Country ⁸²	Afforestation/ Reforestation [Mg C/ha]	Deforestation [Mg C/ha]	Forest Management [Mg C/ha]
AUT	IE	IE	NA
BEL	0,00	0,00	NA
CHE	NO	-0,66	NO
CZE	IE	IE,NA	NE
DNK	0,23	-0,21	NA
FRA	0,45	-0,18	0,00
GBR	0,10	IE,NO	0,31
GER	0,50	-0,96	0,00⁸³
NLD	NE	-1,70	NA
POL	IE	IE	IE

Quelle: UNFCCC 2010

Tabelle 272: Kohlenstoffvorratsänderungen in Totholz (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)

Country ⁸²	Afforestation/ Reforestation [Mg C/ha]	Deforestation [Mg C/ha]	Forest Management [Mg C/ha]
AUT	NO	IE	NA
BEL	NO	0,00	NA
CHE	NO	-0,34	0,18
CZE	NO	-0,07	NO
DNK	0,01	-0,02	0,10
FRA	0,00	-0,05	-0,10
GBR	IE	IE,NO	IE
GER	NO	-0,17	0,09
NLD	NE	-0,17	NA
POL	NA	IE	IE

Quelle: UNFCCC 2010

Tabelle 273: Kohlenstoffvorratsänderungen in mineralischen Böden (Deutschland für 2009, übrige Länder für 2008)

Country ⁸²	Afforestation/ Reforestation [Mg C/ha]	Deforestation [Mg C/ha]	Forest Management [Mg C/ha]
AUT	2,10	-2,41	NA
BEL	1,29	-1,32	NA
CHE	0,13	-3,68	NO
CZE	0,16	-0,07	NE
DNK	NR	NA,NR	NR
FRA	0,03	-0,71	0,01
GBR	0,01	-2,84	0,57
GER	0,07	-0,03	NO
NLD	NE	NE	NA
POL	NA	NA	NA

Quelle: UNFCCC 2010

11.3.1.7 Das Anfangsjahr einer Aktivität, falls nach 2008

Es gibt keine Aktivitäten die nach 2008 begonnen haben.

⁸³ keine Flächen vorhanden

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 den Kapiteln 7.2.3.1 und 7.2.3.2 beschrieben, erfasst das Verfahren zur Landnutzungsänderung von und zu Wald für die neuen Bundesländer ausschließlich Flächenänderungen ab 1990, für die alten Länder ab 1987, wobei methodisch bedingt in das vorliegende Inventar nur die Änderungen ab 1990 eingehen. Da aktuell nur Informationen bis zum jetzigen Zeitpunkt vorliegen, können die entsprechenden Aktivitäten auch nicht zwischen dem jetzigen Zeitpunkt und vor 2012 stattgefunden haben.

Unter Anwendung einer weit ausgelegten Definition von Bewirtschaftung und menschlichem Einfluss wird davon ausgegangen, dass das Vorhandensein und die Umsetzung eines Planes zur Landschaftsentwicklung bereits als direkter Einfluss bewertet wird. Da Deutschland ein dicht besiedeltes und intensiv bewirtschaftetes Land ist, existieren nahezu flächendeckend Pläne zu Landschaftsmanagement (z.B. Landschaftspläne) sowie Schutz- und Bewirtschaftungspläne (im Wald zum Beispiel Forsteinrichtungswerke). Deren Einhaltung wird von Behörden des Bundes, der Länder und Gemeinden intensiv überwacht und es ist davon auszugehen, dass jede Nutzungsänderung von und zu Wald direkt durch menschliches Handeln verursacht ist. Weiterführende Informationen finden sich in dem Kapitel 19.5.1.4.1.

11.4.2 Informationen über die Unterscheidung zwischen Ernte oder Waldstörung, die vom Neuaufbau von Wäldern gefolgt sind, und Entwaldung

In der deutschen Forstwirtschaft (die vollständige Waldfläche ist bewirtschaftet) ist es fachliche Praxis, dass im Rahmen flächiger Nutzungen, so diese noch stattfinden (es existiert ein gesetzliches Kahlschlagsverbot), auf diesen Flächen eine kurzfristige planmäßige Verjüngung sichergestellt wird, sei es durch Naturverjüngung (gezielter Einsatz der natürlichen Regeneration der Waldbestände) oder künstliche Verjüngung (Pflanzung). Auch eine Kombination beider Verfahren ist möglich. Gleiches gilt bei Störungen (v.a. Windbruch oder -wurf). Bei größeren Störungen werden die Maßnahmen zur Neubegründung oft staatlich gefördert. Durch die Anrechnung von Waldbewirtschaftung in Kombination mit der verwendeten Definition (komplette Waldfläche siehe Kapitel 19.5.1.4.2) werden vorübergehend unbestockte Flächen im System mit erfasst.

11.4.3 Informationen über die Größe und geografische Lage von Walgebieten, die Waldabdeckung verloren haben aber nicht als entwaldet gelten

Im Rahmen der Waldbewirtschaftung entstehen in Wäldern in sehr geringem Maße (<1% der Waldfläche) unbestockte Flächen (Blößen). Diese werden entsprechend der Walddefinition als Wald betrachtet und durch das Stichprobenverfahren der Waldinventuren erfasst, weshalb sie in die Berechnungen zu den Vorräten und deren Änderung mit eingehen.

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.

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

In Deutschland ist es gesetzlicher Auftrag, Wälder ordnungsgemäß und nachhaltig zu bewirtschaften. Dabei sind die Funktionen des Waldes als Rohstoffquelle, als Grundlage für den Arten-, Boden-, Klima- und Wasserschutz sowie für Freizeit und Erholung der Bevölkerung zu berücksichtigen. Die Waldbewirtschaftung ist daher ein ständiges Abwägen zwischen wirtschaftlichen, ökologischen und auch sozialen Interessen, um die unterschiedlichen Ansprüche an den Wald dauerhaft berücksichtigen zu können. Weiterführende Informationen finden sich im Kapitel 19.5.1.4.2.

11.6 Weitere Informationen

11.6.1 Hauptquellgruppenanalyse für Aktivitäten nach Artikel 3.3 und die gewählten Aktivitäten nach Artikel 3.4

Die Hauptquellgruppenanalyse 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 17.1.3 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

According to the legal requirement the Standard Electronic Format (SEF) can be found in the Annex 6 to this submission. The SEF has been generated with the SEF application version

1.2, provided by the secretariat at 9th of January 2009. The German registry were tested for 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.

In addition a list of all issuance transactions of CER from the CDM registry into the national German registry is included in the Annex 6.

12.2 Summary of information reported in the SEF tables

The year 2009 showed a much higher level of transactions as the starting year of the commitment period. Transactions with most European countries within the European Emissions Trading Scheme took place. In addition, Kyoto units have been transferred to non-European countries as well. In 2009 Germany converted ERUs for the first time. Two JI projects (track 1) have produced CO₂ offsets and the corresponding amount of 143,492 AAUs were converted into ERUs. Another figure is remarkable. Nearly 200,000 CERs were voluntarily cancelled for compensation. The German Federal Government cancelled more than 96,000 CERs for compensation of official trips. The other part of the voluntary cancelled CERs came from companies, private individuals and NGOs.

12.3 Discrepancies and Notifications

12.3.1 *Discrepant transactions*

12.3.1.1 12.3.1.1 15/CMP.1 Annex I.E paragraph 12

The German registry had 130 discrepant transactions in 2009, without double counting when a transaction results in several error codes. 130 transactions had error code 4003 and 126 had error code 4010. Error code 4010 always appeared together with error code 4003.

12.3.2 *Reversal of storage information*

12.3.2.1 15/CMP.1 Annex I.E paragraph 13

Germany did not receive a reversal of storage notification in the reported year. No CDM notification occurred in 2009.

Germany has not received a notification for the replacement of ICER in accordance with paragraph 49 of the annex to decision 5/CMP.1.

12.3.3 *Non-certification notifications*

12.3.3.1 15/CMP.1 Annex I.E paragraph 14

Germany did not receive a non-certification notification. No CDM notification occurred in 2009.

Germany did not receive a notification for the replacement of ICER in accordance with paragraph 50 of the annex to decision 5/CMP.1.

12.3.4 Non-replacement notifications

12.3.4.1 15/CMP.1 Annex I.E paragraph 15

No non-replacement took place in 2009. Germany did not neglect any replacement according to paragraph 56 of the annex to 5/CMP.1.

12.4 Publicly accessible information

12.4.1 15/CMP.1 Annex II.E Paragraph 32.(g)

The publicly available information is also based on the requirements of Annex VXI of the Commission Regulation (EC) No 994/2008 of 8 October 2008 for a standardised and secured system of registries pursuant to Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council and Decision No 280/2004/EC of the European Parliament and of the Council (EU Registry Regulation). The up to date information is accessible through the following link:

<https://www.register.dehst.de/crweb/report/public/publicReportList.do>

The publicly available information according to the decisions in more detail are described below.

12.4.2 13/CMP.1 Annex II Paragraph 45

The requested information is publicly available for each account in the German registry. The list of the information presented is provided in Annex V. The data of operator holding accounts (account type 120) can be viewed online at:

<https://www.register.dehst.de/crweb/report/public/accountOh.do>

The data of all accounts can be viewed online at:

<https://www.register.dehst.de/crweb/report/public/account.do>

Comprehensive search functionality is available.

12.4.3 13/CMP.1 Annex II Paragraph 46

There were two issuance of ERU in the reported year. One project about 66 ERU and another project about 143,426 ERU. A full list of all German JI projects is accessible through:

<https://www.register.dehst.de/crweb/report/public/project.do>

Respectively through

<https://www.jicdm.dehst.de/promechg/pages/project1.aspx>

12.4.4 13/CMP.1 Annex II Paragraph 47

The information requested in 13/CMP.1 Annex II Paragraph 47 (a), (d), (f) and (l) is considered to be confidential due to European law and therefore not publicly available. The information requested in the other items is given in the following:

(b) There was not any issuance of AAU in 2009. All issued AAU can be seen by the link below:

https://www.register.dehst.de/crweb/report/public/details7.do?event=details7_1

- (c) The total number of issued ERU in the reported year is 143,492.
- (e) No RMU was issued in the reported year.
- (g) No ERU, CER, AAU, and RMU were cancelled on the basis of activities under Article 3, paragraphs 3 and 4 in the reported year.
- (h) No ERU, CER, AAU, and RMU were cancelled following determination by the Compliance Committee that the Party is not in compliance with its commitment under Article 3, paragraph 1 in the reported year.
- (i) No RMU was cancelled in the reported year. 66 ERU, 193,961 CER, and 1,208 AAU were voluntary cancelled.
- (j) No ERU, CER, AAU, and RMU were retired in the reported year.
- (k) There were not any carry over of ERU, CER, AAU or RMU from the previous commitment period.

12.5 Calculation of the Commitment Period Reserve

12.5.1 13/CMP.1 Annex I.E Paragraph 18

The initial Commitment Period Reserve (CPR) has not changed and its still 4,381,287,024 CO₂ eq. The German registry did not violate the Commitment Period Reserve (CPR) during the reported year. The calculation of the Commitment Period Holdings (CPH) is performed in the German registry software according to the computation instructions of the secretariat.

The German registry software has been prepared for keeping of the CPR. Any transaction that would breach the CPR would be rejected by the German registry. This functionality has been thoroughly tested in our own testing and together with secretariat (Annex H test).

At the beginning of 2009 the Commitment Period Holdings (CPH), as a sum of all CPR relevant Kyoto units, was 4,915,596,720. At the end of the year it was 4,960,399,152. In 2009 the CPH minimum was 4,894,367,268 units and the maximum 5,004,076,049. The arithmetic mean calculated by including all transactions was 4,923,177,071. Neither a trend nor a risk had to be stated to breach the CPR in 2009. No transaction had to be rejected because of an underrun of the CPR. Please see the figure below.

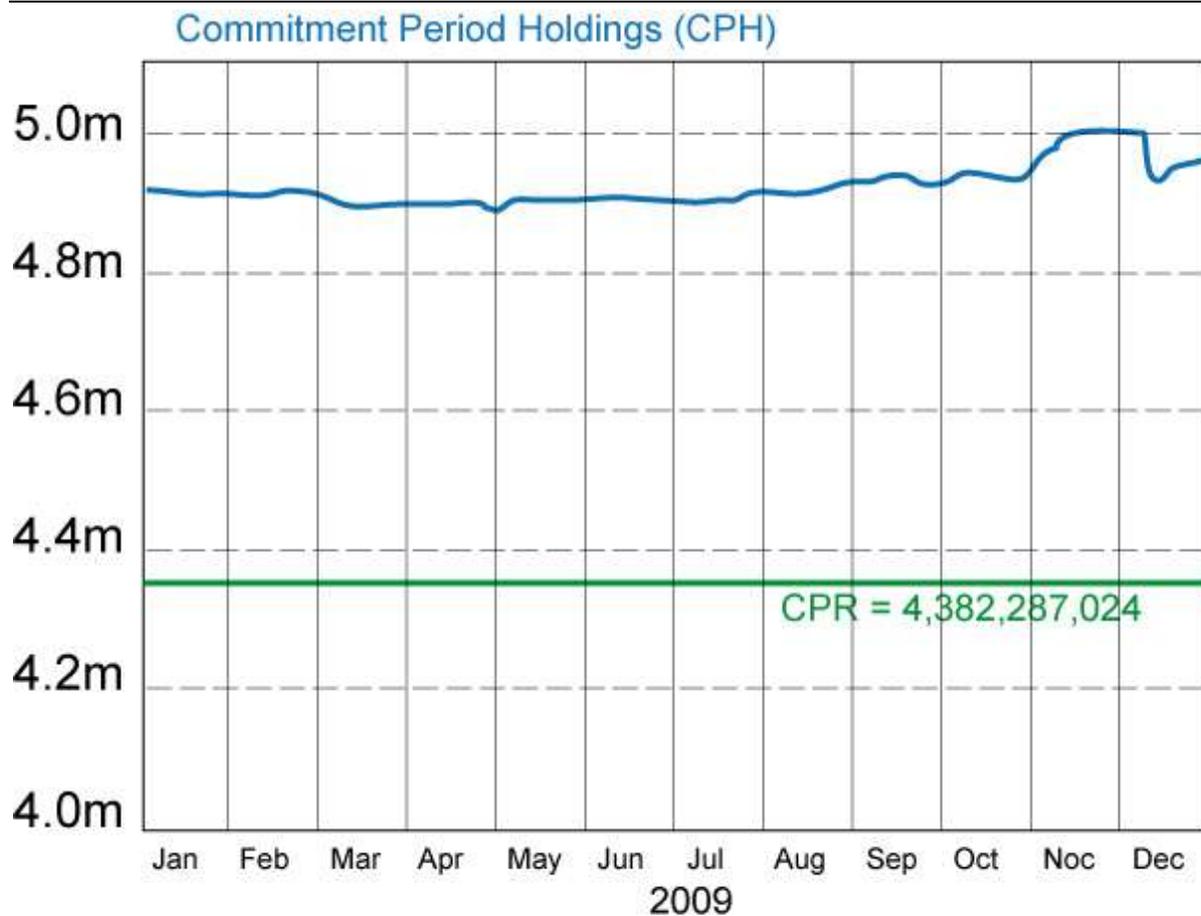


Abbildung 61: Commitment Period Holding (CPH) in 2009

The present status of the CPR is publicly available and can be found at:

<https://www.register.dehst.de/crweb/report/public/cpr.do>

The system keeps track of all incoming and outgoing CPR relevant transactions. The status is updated after every completed transaction.

13 INFORMATIONEN ÜBER ÄNDERUNGEN IM NATIONALEN SYSTEMS

Im vergangenen Jahr lag der Arbeitsschwerpunkt hauptsächlich auf der Konsolidierung und Umsetzung der im Jahr 2009 erzielten Verbesserungen der Institutionalisierung des Nationalen Systems. Insbesondere wurde die Verwaltungsvereinbarung mit dem Statistischen Bundesamt erstmalig praktisch umgesetzt und dazu der Datenbedarf für die Emissionsberichterstattung erneut geprüft und aktualisiert.

Einstellung der Fachserie 4 Reihe 8.1 des Statistischen Bundesamtes (Eisen- und Stahlstatistik)

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 ist in der Verfügbarkeit der Berechnungsgrundlagen für diesen Bereich ein deutlicher Rückschritt eingetreten.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie als zuständiges Ressort prüft gegenwärtig alternative Datenquellen zur Schließung dieser Datenlücken. Als Möglichkeiten werden der Abschluss einer Kooperationsvereinbarung mit den relevanten Unternehmen und dem Verband bzw. die Verabschiedung erneuter gesetzlicher Grundlagen für die zukünftige Neuauflage einer amtlichen Statistik durch das Ministerium geprüft.

Veränderungen des Nationalen Systems für die Artikel 3.3 / 3.4:

die Veränderungen im Nationalen System im Bereich Landwirtschaft und LULUCF sind im Kapitel 1.2.1.4 beschrieben. Dabei wird dem Hinweis aus den §§ 10 und 62 dem jährlichen Überprüfungsbericht (ARR) 2008 Rechnung getragen.

14 INFORMATIONEN ZU ÄNDERUNGEN IN DEN NATIONALEN REGISTERN

14.1 Actions and changes to address discrepancies

14.1.1 15/CMP.1 Annex I.E paragraph 17

The German registry had 130 discrepant transactions. In most cases, the reason was an inconsistency in the transaction status: completed on the German registry, but just accepted and consequently incomplete on the ITL, CITL or transferring registry. Users of the German registry were able to initiate a new transaction although the involved units had not been released on the ITL, CITL or transferring registry. The result was a rejection of those transactions (error codes 4003 and 4010) by the ITL. The high number results from several attempts of same users. The issue was caused by the message flow defined in older DES versions and is not caused by an error of the German registry software. In 2009 the UNFCCC proposed a revised message flow to prevent such situations. The new message flow has been implemented in the German registry since November 2010.

Germany had no previously identified questions of implementation pertaining to transactions.

On 5th of November 2009 a voluntary cancellation in error occurred by an account holder. At 26th November 2009 Germany sends a formal request for the reversal of this transaction to the ITL-Administrator. This request was approved by the ITL-Administrator at 1st December 2009. After having successfully tested the reversal procedure, the manual intervention on the production system (ITL, National Registry, and CITL) was scheduled for the 15th December. Due to technical problems in the CITL the whole procedure took until 17th December.

14.2 Change to the database or the capacity of National Registry

14.2.1 15/CMP.1 Annex II.E Paragraph 32.(c)

The database structure was extended to cover the below described additional functionality.

There was no change in the capacity of the national registry. As reported for 2008 Germany implemented a defragmentation tool to join single unit blocks if they fit to each other in order to minimise the fragmentation of unit blocks. The defragmentation algorithm was improved in 2009.

14.2.1.1 New user roles

Three new roles were implemented: verifier, technical admin, and additional authorised representative. The functionality of the registry software was enlarged to support the addition role of the verifiers in the EU Emission Trading System (EU ETS). Verifiers are linked to installations and they are able to enter and change the annual verified emissions figure for specified installations and specific years.

In addition the new role of a technical administrator and additional authorised representative were implemented. New data fields were added. Database relations and access rights were revised.

14.2.1.2 Confidential information of account representatives

Account holders are able to choose if parts of the personal information of their authorised representatives are confidential or not. If so, the public reports do not display this as confidential marked information. For this a new data field was added to the user's table.

14.2.1.3 Restricted transactions to national accounts

From person holding accounts (account type 121) and from operator holding accounts (account type 120) it is not longer possible to make an internal transaction (transaction type 03-00) to a national account (account type 100). This possibility was blocked because of too many faulty and not assignable transactions in the past. If it is necessary to make such a transaction, a kind of transaction form (very similar to a notification) is send to the account were the necessary transaction details are filled out with default values like acquiring account, unit type, amount and also a reference number. New tables and data fields are added to the database.

14.3 Change of conformance to technical standards

14.3.1 15/CMP.1 Annex II.E Paragraph 32.(d)

New transaction types were introduced with the amendment to the EU Registry Regulation in the EU Emission Trading System (EU ETS) in 2008. These new transaction types are 10-61 (Conversion of surrendered allowances for retirement from 2008 to 2012 onwards) and 10-62 (Conversion of unallocated allowances for retirement from 2008 to 2012 onwards). In addition the Account Management Web Service was changed into a generic web service. For this the DES (Data Exchange Standards for Registry Systems under the Kyoto Protocol), Annex M (EU-ETS Supplementary Scheme Web Service Documentation) was also changed. Germany passed the confirmation test on 29 September 2009. This test was run with the EU Commission. The test result was accepted by the UNFCCC. The new generic web service was introduced to implement an automated NAP Change functionality, a fee management, and to classify personal information as confidential.

14.4 Change of discrepancies procedures

14.4.1 15/CMP.1 Annex II.E Paragraph 32.(e)

For the time being there was no need to develop additional procedures or measures to minimize the risks described in 15/CMP.1 Annex II.E Paragraph 32. (e). Under (f) we

describe an additional role of the technical administrator that was implemented in 2009. This measure is not a consequence of an incident but an additional measure to minimize risks.

14.5 Change of Security

14.5.1 15/CMP.1 Annex II.E Paragraph 32.(f)

By the following various measures the security of the software was increased.

14.5.1.1 User information at a successful login

In case of a successful login the users can select that they are informed about this event via an email straight away.

14.5.1.2 User information at login behaviour

All users are informed about their last successful login, the last unsuccessful login, and the number of all successful logins.

14.5.1.3 User information at transaction status

If there is a new transaction or a change to the status of a transaction, users can select if they are informed about this.

14.5.1.4 Additional authorised representative

Account holders are able to choose an additional authorised representative in order to approve induced transactions by the 1st or 2nd authorised representative. This implemented a four eyes principle which reduced the possibility of transactions in error to a minimum.

14.5.1.5 Technical administrator

An additional role, called technical administrator, was implemented in order to improve the security. This is a restricted access that allows the technical administrator only to change account data, the data of representatives, to perform daily maintenance (status of transactions). A technical administrator cannot induce a transaction. Only actual administrators are able to perform all functions including issuance, conversions, transactions, cancellations, retirement and others transaction types. This measure reduces the probability of faulty transactions to a minimum one.

14.5.1.6 Automated interface

In order to support traders and intense users and automated interface was implemented. This automated interface needs an own banking system on the user's side in order initiate requests. The communication interface is established through xml. The authentication takes place by software certificates. The provided functionality covers three main functions:

- to query the account balance
- to query the list of historical transactions
- to initiate new transactions

14.6 Actions and changes to address discrepancies

14.6.1 15/CMP.1 Annex I.E paragraph 17

The German registry had no discrepant transactions. Therefore there was no need to undertake actions to correct those problems or to perform changes to the national registry in order to prevent discrepancies to reoccur.

15 INFORMATIONEN ZUR MINIMIERUNG DER NEGATIVEN EINFLÜSSE NACH ARTIKEL 3, ABSATZ 14

In den folgenden Tabellen werden verschiedene Politiken und Maßnahmen sortiert nach Sektoren sowie ihre direkten und indirekten Effekte auf Entwicklungsländer kurz dargestellt.

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 Verwaltungs-Strukturen für den Klimaschutz.

Auch die möglichen indirekten Effekte sind fast durchweg positiv, insbesondere durch vorteilhafte Auswirkungen auf die Energieversorgung und –preise in den Kooperationsländern.

Die einzige mögliche negative Auswirkung besteht durch Förderung von Biotreibstoffen, die aus nicht nachhaltiger Produktion stammen. 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.

Tabelle 274: Querschnittsmaßnahmen

Maßnahme	Direkte Effekte	Indirekte Effekte
Emissionshandel	keine	
CDM	positiv	
JI	keine	
Energie-/CO ₂ Steuern	keine	

Tabelle 275: 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 276: 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 277: Wald- und Forstwirtschaft

Maßnahme	Direkte Effekte	Indirekte Effekte
Wiederaufforstung	keine	<u>Positiv:</u> weniger Entwaldung
Nachhaltiges Waldmanagement	keine	keine

Tabelle 278: 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: HAUPTQUELLGRUPPEN DES DEUTSCHEN TREIBHAUSGASINVENTARS

Entsprechend der „*IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*“⁸⁴ (*Good Practice Guidance*) sind die Vertragsstaaten der Klimarahmenkonvention und zukünftig 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 Hauptquellgruppe (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 absolute 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 Hauptquellgruppen 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) sowie einer detaillierten Analyse der fehlerbewerteten Inventarangaben (Tier 2 Trend Assessment unter Berücksichtigung der Ungenauigkeiten) jeweils die Hauptquellgruppen zu identifizieren.

Die Analysen 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 Hauptquellgruppen zu berücksichtigen.

Für die identifizierten Hauptquellgruppen 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 o.ä.) nicht möglich sein, besteht die Verpflichtung, nachzuweisen, dass durch die national

84 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>

angewendeten Methoden mindestens eine vergleichbare Genauigkeit im Berechnungsergebnis erreicht wird. Diese Nachweise sowie auch die insgesamt durchgeführte Hauptquellgruppenanalyse sind in dem jährlich zu erarbeitenden nationalen Inventarbericht zu beschreiben.

17.1 Beschreibung der Methode zur Festlegung der Hauptquellgruppen

Im Nachfolgenden werden die Ergebnisse der Hauptquellgruppenanalyse nach den beiden Tier 1 Verfahren (Level und Trend) und dem Tier-2-Verfahren 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 Quellgruppen 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 Quellgruppen als Hauptquellgruppen (●) 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 Quellgruppenzusammenfassung sind nach diesem Verfahren im Jahr 2009 insgesamt 31 Hauptquellgruppen festzustellen (siehe Tabelle 7, Kapitel 1.5).

Im Ergebnis der **Trend-Analyse** werden die Quellgruppen als Hauptquellgruppen (●) festgelegt, die hinsichtlich der zeitlichen Entwicklung ihres Emissionsbeitrages seit dem Basisjahr zur Änderung der Gesamtreibhausgasemissionen 2009 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 34 Hauptquellen festzustellen (siehe Tabelle 7, Kapitel 1.5).

17.1.2 Tier-2-Verfahren

Die Hauptquellgruppenanalyse 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 - zuletzt im vergangenen Jahr - durchgeführt.

Die Ergebnisse bestätigten in weiten Teilen die Ergebnisse der Tier-1-Hauptquellgruppen-Analysen. Hinzu kommen jedoch die mit sehr hohen Unsicherheiten bewerteten CH₄-Emissionen des Manure-Managements sowie die CO₂-Emissionen der Quellgruppen Settlements und Wetlands.

17.1.3 Hauptquellgruppen-Analyse für die Kyoto-Berichterstattung

Die folgende CRF-Tabelle NIR.3 enthält die zusammengefassten Informationen zur Hauptquellgruppen-Analyse der Kyoto-Berichterstattung. Weitere Informationen finden sich in Kapitel 1.5.2.

Tabelle 279: 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⁾					
Forest Management	CO ₂	Forest Land remaining Forest Land	Yes		
Afforestation and Reforestation	CO ₂	Land converted to Forest Land	Yes		

⁽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 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 Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland sind die zentrale Datengrundlage für die Ermittlung energiebedingter Emissionen, Szenarien und Prognosen über die Auswirkung energie- und umweltpolitischer Maßnahmen.

Die vollständigen Energiebilanzen für die Jahre seit 1990 werden im Internet bereitgestellt unter:

<http://www.ag-energiebilanzen.de/daten/inhalt1.php>

Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen sind (Stand: September 2008):

- Bundesverband der deutschen Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW), Berlin
- Deutscher Braunkohlen-Industrie- Verein e.V. (DEBRIV), Köln,
- Gesamtverband des deutschen Steinkohlenbergbaus (GVSt), Essen,
- Mineralölwirtschaftsverband (MWV), Hamburg,
- Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V. (VIK), Essen sowie
- Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin,
- Energiewirtschaftliches Institut an der Universität Köln (EWI), Köln,
- Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI), Essen.

Die Gesamtverantwortung für die Erstellung der Energiebilanzen obliegt seit dem Bilanzjahr 1995 dem DIW (Berlin), seit 2002 in Kooperation mit EEFA (Energy Environment Forecast Analysis GmbH). Insgesamt liefern die Energiebilanzen unter Berücksichtigung der überhaupt verfügbaren Daten ein verlässliches Bild der Energiemengenstrukturen nach Aufkommen und Verwendung in der deutschen Volkswirtschaft.

Die wichtigsten Quellen sind in der Tabelle 280 aufgelistet. Hinzu kommen in einer Reihe von Fällen, z.B. zur Darstellung des nichtenergetischen Verbrauchs seitens der chemischen Industrie, persönliche Expertenmitteilungen.

Tabelle 280: Datenquellen für die Energiebilanzen

Alle Energieträger	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie Referat Elektrizitätswirtschaft - Statistische Jahresberichte Referat Gaswirtschaft - Statistische Jahresberichte Statistisches Bundesamt Jahreszahlen für das Produzierende Gewerbe Fachserie 4 Produzierendes Gewerbe - Reihe 3.1 Produktion im Produzierenden Gewerbe - Reihe 4.1.1 Beschäftigung und Umsatz der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes - Reihe 6.4 Stromerzeugungsanlagen der Betriebe im Bergbau und im Verarbeitenden Gewerbe Fachserie 7 Außenhandel - Reihe 2 Außenhandel nach Waren und Ländern Ausgewählte Zahlen zur Energiewirtschaft 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 Amtliche Mineralöldaten für die Bundesrepublik Deutschland Mineralölwirtschaftsverband e.V. (MWV) Mineralöl-Zahlen – Jahresberichte Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V. Jahresberichte Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Gasölverbrauch der Landwirtschaft
Gase	Statistisches Bundesamt, Außenstelle Düsseldorf Eisen- und Stahlstatistik: Brennstoff-, Gas- und Stromstatistik Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V. Jahresberichte Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. Gasstatistik Deutscher Verband Flüssiggas e.V. Der Flüssiggasmarkt – Jahresberichte
Andere Energieträger	Arbeitsgemeinschaft Fernwärme e.V. Hauptberichte der Fernwärmeversorgung
„Nichtenergieträger“	Mineralölwirtschaftsverband e.V. (MWV) Verband der Chemischen Industrie e.V. (VCI)

(ZIESING et al, 2003)

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 62). 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		Energiebilanz der Bundesrepublik ab 1995		
			Zeile		Zeile	
Primärenergiebilanz		Gewinnung im Inland	1	Gewinnung im Inland	1	
		Einfuhr	2	Einfuhr	2	
		Bestandszunahmen	3	Bestandsentnahmen	3	
		Energieaufkommen im Inland	4	Energieaufkommen im Inland	4	
		Ausfuhr	5	Ausfuhr	5	
		Hochseebunkerungen	6	Hochseebunkerungen	6	
		Bestandsaufstockungen	7	Bestandsaufstockungen	7	
		Primärenergieverbrauch im Inland	8	Primärenergieverbrauch im Inland	8	
Umwandlungsbilanz	Umwandlungseinsatz	Kokereien	9	Kokereien	9	
		Ortsgaswerke	10	Stein- und Braunkohlenbrikettfabriken	10	
		Steinkohlenbrikettfabriken	11	Öffentliche Wärmekraftwerke (ohne HKW)	11	
		Braunkohlenbrikettfabriken	12	Industriewärmekraftwerke	12	
		Öffentliche Wärmekraftwerke	13	Kernkraftwerke	13	
		Zachen- und Grobkraftwerke	14	Wasserkraftwerke, Wind- und Photovoltaikanlagen	14	
		Sonstige Industriewärmekraftwerke	15	Öffentliche Heizkraftwerke	15	
		Kernkraftwerke	16	Fermeheizwerke	16	
		Wasserkraftwerke	17	Hochöfen	17	
		Heizkraftwerke, Fernheizwerke	18	Raffinerien	18	
		Hochöfen	19	Sonstige Energieerzeuger	19	
		Raffinerien	20	Umwandlungseinsatz insgesamt	20	
		Sonstige Energieerzeuger	21			
		Umwandlungseinsatz insgesamt	22			
		Umwandlungsausstoß	Kokereien	23	Kokereien	21
			Ortsgaswerke	24	Stein- und Braunkohlenbrikettfabriken	22
			Steinkohlenbrikettfabriken	25	Öffentliche Wärmekraftwerke (ohne HKW)	23
			Braunkohlenbrikettfabriken	26	Industriewärmekraftwerke	24
			Öffentliche Wärmekraftwerke	27	Kernkraftwerke	25
			Zachen- und Grobkraftwerke	28	Wasserkraftwerke, Wind- und Photovoltaikanlagen	26
			Sonstige Industriewärmekraftwerke	29	Öffentliche Heizkraftwerke	27
			Kernkraftwerke	30	Fermeheizwerke	28
	Wasserkraftwerke		31	Hochöfen	29	
	Heizkraftwerke, Fernheizwerke		32	Raffinerien	30	
	Hochöfen		33	Sonstige Energieerzeuger	31	
	Raffinerien		34	Umwandlungsausstoß insgesamt	32	
	Sonstige Energieerzeuger		35			
	Umwandlungsausstoß insgesamt		36			
	Verbrauch in der Energiegewinnung und in den Umwandlungsbereichen	Steinkohlenzechen-, -brikettfabriken	37	Kokereien	33	
		Kokereien	38	Steinkohlenzechen-, -brikettfabriken	34	
		Ortsgaswerke	39	Braunkohlengruben-, -brikettfabriken	35	
		Braunkohlengruben-, -brikettfabriken	40	Kraftwerke	36	
		Kraftwerke	41	Erdöl- und Erdgasgewinnung	37	
		Erdöl- und Erdgasgewinnung	42	Raffinerien	38	
		Raffinerien	43	Sonstige Energieerzeuger	39	
		Sonstige Energieerzeuger	44	E-Verbrauch im Umwandl.-Bereich insgesamt	40	
E-Verbrauch im Umwandl.-Bereich insgesamt		45	Fackel- u. Leitungsverluste	41		
Fackel- u. Leitungsverluste, Bewertungsdiff.		46				
Energieangebot im Inland u. Umwandlungsbilanz		47	Energieangebot im Inland + Umwandlungsbereich	42		
Nichtenergetischer Verbrauch		48	nichtenergetischer Verbrauch	43		
Statistische Differenzen	49	Statistische Differenzen	44			
Endenergieverbrauch	nach Sektoren	Endenergieverbrauch	50	Endenergieverbrauch	45	
		Übriger Bergbau	51	Gewinnung von Steinen und Erden, sonst. Bergbau	46	
		Steine und Erden	52	Ernährung und Tabak	47	
		Eisenschmelze Industrie	53	Papiergewerbe	48	
		Eisen-, Stahl- und Tempereisen	54	Grundstoffchemie	49	
		Zahntechnik und Holzwerkstoffe	55	Sonstige chemische Industrie	50	
		NE-Metallerzeugnisse, Holzzeugwerke, Glasereien	56	Gummi- u. Kunststoffwaren	51	
		Chemische Industrie	57	Glas u. Keramik	52	
		Zellstoff-, Papier- und Papierzeugung	58	Verarbeitung v. Steine u. Erden	53	
		Gummiverarbeitung	59	Metallerzeugung	54	
		Übriges Grundstoff- u. Produktionsgütergewerbe	60	NE-Metalle, -gießereien	55	
		Grundstoff- und Produktionsgütergewerbe	61-60	Metallbearbeitung	56	
		Maschinenbau	61	Maschinenbau	57	
		Straßen-, Luft- und Raumfahrzeugbau	62	Fahrzeugbau	58	
		Elektronik, Feinmechanik, Optik	63	Sonstige Wirtschaftszweige	59	
		Eisen-, Blech- und Metallwaren	64	Bergbau, Gew. Steine u. Erden, Verarbeit. Gewerbe insg.	60	
		Übriges Investitionsgüter produzierendes Gewerbe	65	Schienerverkehr	61	
		Investitionsgüter produzierendes Gewerbe	61-68	Straßenverkehr	62	
		Glas und Fenikermik	66	Luftverkehr	63	
		Herstellung von Kunststoffwaren	67	Küsten- und Binnenschifffahrt	64	
		Textilgewerbe	68	Verkehr insgesamt	65	
		Übriges Verbrauchsgüter produzierendes Gewerbe	69	Haushalte	66	
		Verbrauchsgüter produzierendes Gewerbe	69-68	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen u. übrige Verbraucher	67	
		Zuckerindustrie	70	Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	68	
		Übriges Nahrungsmittelgewerbe	71			
		Genussmittelgewerbe	72			
		Nahrungs- und Genussmittelgewerbe	70-72			
		Übriger Bergbau u. Verarbeit. Gewerbe insg.	73			
		Schienerverkehr	74			
		Straßenverkehr	75			
		Luftverkehr	76			
		Küsten- und Binnenschifffahrt	77			
		Verkehr insgesamt	78			
		Haushalte und kleinerer Verbraucher insgesamt	79			
		Militärische Dienststellen	80			

Quelle: AGEB, 2003

Abbildung 62: 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 62 zeigt die Gliederung von Aufkommen- und Verwendungsbilanz in den Energiebilanzversionen bis 1994 und ab 1995.

Energieträgerstruktur in den Energiebilanzen ...			
bis einschl. 1994		von 1995 an	
Steinkohlen	SK-Kohle SK-Koks SK-Briketts SK-Rohteer SK-Pech SK-Andere Rohbenzol	Steinkohlen	SK-Kohle SK-Briketts SK-Koks Andere SK-Produkte
Braunkohlen	BK-Kohle BK-Briketts BK-Koks BK-Staubk. BK-Hartk.	Braunkohlen	BK-Kohle BK-Briketts Andere BK-Produkte Hartbraunkohle
Sonstige feste Brennstoffe	Brennholz Brenntorf Klär.-Müll	Mineralöle	Erdöl Ottokraftstoff Rohbenzin Flugturbinenkraftstoff Dieselkraftstoff Heizöl leicht Heizöl schwer Petrolkoks Flüssiggas Raffineriegas Andere Mineralölprodukte
Mineralöle	Erdöl Mot.benzin Rohbenzin Flugbenz. Schw. Flkr. Diesel Heizöl, l. Heizöl, s. Petrolkoks MIN-And.	Gase	Kokerei- u. Stadtgas Gichtgas u. Konvertergas Erdgas, Erdölgas Grubengas
Gase	Flüssiggas Raffgas Kokereigas Gichtgas Erdgas Erdölgas Grubengas Klär gas	Erneuerbare Energien	Wasserkraft Wind- u. Photovoltaikanlagen Müll und sonstige Biomassen Sonst. Erneuerb. Energien
Elektr. Strom und andere Energieträger	Strom Wasserkr. Kernenergie Fernwärme Sonstige ET	Elektr. Strom und andere Energieträger	Strom Kernenergie Fernwärme
Energieträger insgesamt	Primär-ET Sekundär-ET Summe	Energieträger insgesamt	Primär-ET- Sekundär-ET Summe

Quelle: ZIESING et al, 2003

Abbildung 63: 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 seit dem Jahr 1950 für die Bundesrepublik Deutschland in der Gebietsabgrenzung vor dem 3. Oktober 1990 vor. Darüber hinaus wurden für die Jahre 1990 bis 1994 Energiebilanzen, getrennt für die alten und neuen Bundesländer sowie für Deutschland insgesamt erarbeitet. 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 63 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 2008 veröffentlicht. Um den Bedürfnissen der Emissionsberichterstattung nach Aktualität Rechnung zu tragen wurde bisher durch das Umweltbundesamt auf Grundlage der Auswertungstabellen eine vorläufige Energiebilanz erstellt. Für die Berichterstattung 2011 wurde dem Umweltbundesamt erstmals von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen selbst eine vollständige vorläufige Energiebilanz für das Jahr 2009 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 und Zeitreihenkonsistenz 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, Erdöl und erneuerbare Energieträger, und zwar für die Energiebilanzzeilen 11 (Wärmeleistung der allgemeinen Versorgung), 12 (Industriewärmeleistung), 14 (Wasser-, Windkraft-, Fotovoltaik- und andere Anlagen), 15 (Heizleistung der allgemeinen Versorgung), 16 (Fernheizleistung), 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 wird 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. Dies ist in 18.4.1 erläutert.

18.5 Unsicherheiten der Aktivitätsraten stationärer Feuerungsanlagen

Siehe NIR 2007, Kapitel 13.6.

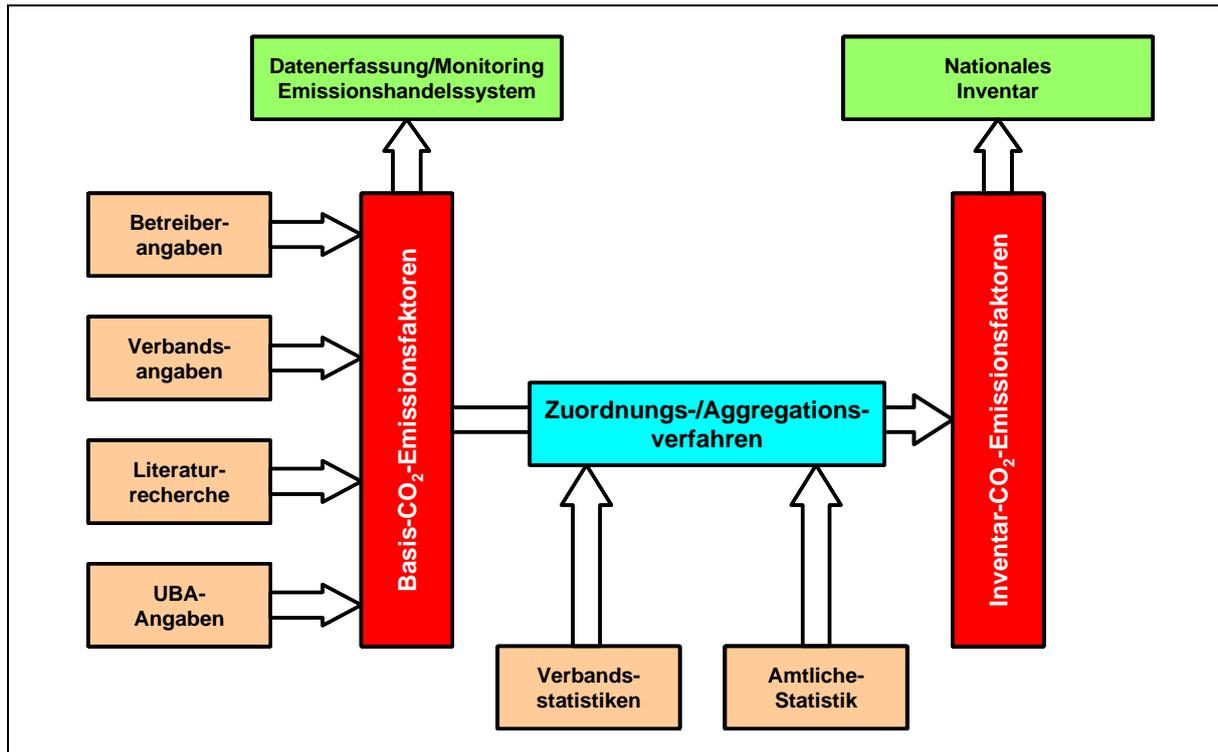
18.6 CO₂-Emissionsfaktoren

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 64: Basis- und Inventar-Emissionsfaktoren für CO₂

Quelle: Öko-Institut

Vor diesem Hintergrund wurde ein konsistentes Konzept für die CO₂-Emissionsfaktoren entwickelt (Abbildung 64).

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 281).

Bei den *Steinkohlen* wird zunächst davon ausgegangen, dass in Kleinf Feuerungsanlagen 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 Steinkohlensaufkommens 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 281 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.

Tabelle 281: 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	2005	2006	2007	2008	2009	
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	94,0	94,2	94,1	94,3	94,3	
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	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	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	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 <i>D.</i>							112,5	112,3	112,3	112,2	112,2	112,1	111,9	112,1	112,1	112,3	112,3	112,2	112,3	112,3	112,2
Industrie, Kleinverbrauch <i>D.</i>							109,5	111,9	112,9	112,8	111,8	112,4	111,9	112,1	112,0	111,9	111,4	110,6	111,6	110,7	110,7
<i>Alte Bundesländer</i>	113,9	113,8	113,8	113,9	113,9																
<i>Neue Bundesländer</i>	108,8	108,1	107,8	108,0	108,3																
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	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	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	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	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	99,7	99,7	99,6	99,6	99,8
<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	98,0	98,0	97,9	98,0	98,0	
<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	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	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	2005	2006	2007	2008	2009
Mineralöle																				
Erdöl roh	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	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	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	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3
Flugtreibstoff	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	257,7	257,5	257,7	257,8	257,5
Brenngas Neue Bundesländer	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0															
Sonstige Gase Deutschland													60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
Naturgase																				
Erdgas Deutschland						56,0	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0	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	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	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	2005	2006	2007	2008	2009
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	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	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1
<i>Alte Bundesländer²⁾</i>	73,9	73,9	74,0	74,1	74,3															
<i>Neue Bundesländer²⁾</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	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0
Sonderbrennstoffe¹⁾																				
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	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	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	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	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	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	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	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	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	95,1	95,1	95,1	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	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	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	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	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	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	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	2005	2006	2007	2008	2009
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	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	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	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	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	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	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6
Tierfett	NO	74,9	74,9	74,9	74,9	74,9	74,9	74,9	74,9	74,9										
Brennholz ⁴⁾	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	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	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	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	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	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 282: Für die Emissionsberichterstattung abgeleitete Emissionsfaktoren für CO₂ ab 1990, Industrieprozesse

Industrieprozesse [kg CO ₂ / t (Rohstoff oder Produkt)]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
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	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	785,00	785,00	785,00	785,00	785,00
2.A.2 Produktion von Dolomitmalk	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	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	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00
2.A.4 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	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00
2.A.7 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	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10
2.A.7 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	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60
2.A.7 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	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00
2.A.7 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	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00
2.A.7 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	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
2.A.7 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	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00
2.A.7 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	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00
2.A.7 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	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00
2.A.7 Produktion von Glas (Mix undifferenziert NBL)	174,00	174,00	174,00	174,00	174,00	NO														
2.B.1 Produktion von Ammoniak	1586,89	1557,89	1582,14	1581,70	1520,87	1550,09	1513,23	1509,35	1503,09	1535,57	1481,95	1468,98	1458,39	1411,58	1442,22	1389,32	1332,81	1326,16	1320,76	1277,17
2.B.4 Produktion von Calciumcarbid	C	C	C	C	C	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	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	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	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	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	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00
2.C.2 Produktion von Ferrolegerungen	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	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00
2.C.2 Produktion von Ferrolegerungen (NBL)	1500,00	1500,00	1500,00	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	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 283 (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 1A 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	Unterer Heizwert
	t CO ₂ /TJ	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 283: Verification of Completeness of Reported CO₂ from Non-Energy Use of Fossil Fuels

Jahr	2007	Unit	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
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	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				0,02	1,00		1,85	1,04	1,06	1,06

	AR	EM	Gg CO ₂																		
	Gg	Gg CO ₂																			
F: Total fossil IPPU CO₂ reported		7.773,1																			
2 Industriezweige																					
2.A: Mineral Industrie																					
2.B: Chemische Industrie		7.008																			
2.B.1: Ammoniak Produktion	3.266	4.331																			
CO ₂ zur weiteren Verwendung	3.390																				
2.B.5: Karbid Produktion	C	18																			
2.B.5: Sonstige																					
Methanol CH ₃ OH	2.025	1.357																			
Ethylene C ₂ H ₄	5.097																				
Propylen C ₃ H ₆	3.492																				
1,3-Butadien C ₄ H ₆	1.149																				
Benzol C ₆ H ₆	2.214																				
Toluol C ₇ H ₈	760																				
Xylol C ₈ H ₁₀	579																				
Industrieruß	665	1.303																			
2.C: Metall Industrie		765																			
2.C.1: Eisen- und Stahlproduktion (1)	IE	IE																			
2.C.2: Produktion von Ferrolegierungen	72	8																			
2.C.3: Primäraluminiumproduktion	554	757																			
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																			

Jahr	AR [Gg]	EM Gg CO ₂	Kohle							Mineralöl								Gas	
			Stein kohle	Stein kohlenkoks	Andere Steinkohlen- produkte	Braunkohle	Andere Braunkohlen- produkte	Total solids	Rohbenzin (Naphtha)	Dieselmkraft stoff	Heizöl, leicht	Heizöl, schwer	Petrolkoks	Flussiggas	Raffin- eriegas	Andere Mineralölpro- dukte	Total liquids	Erdgas	Total gas
EXCEPTIONS REPORTED ELSEWHERE																			
1.A FUEL COMBUSTION ACTIVITIES																			
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)*

Diese Kapitel wurde um Raum zu sparen in der vorliegenden Fassung gestrichen. Wir verweisen auf NIR 2010.

19.1.2 *Energy Industries (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 DFIU, 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 65 dargestellt.

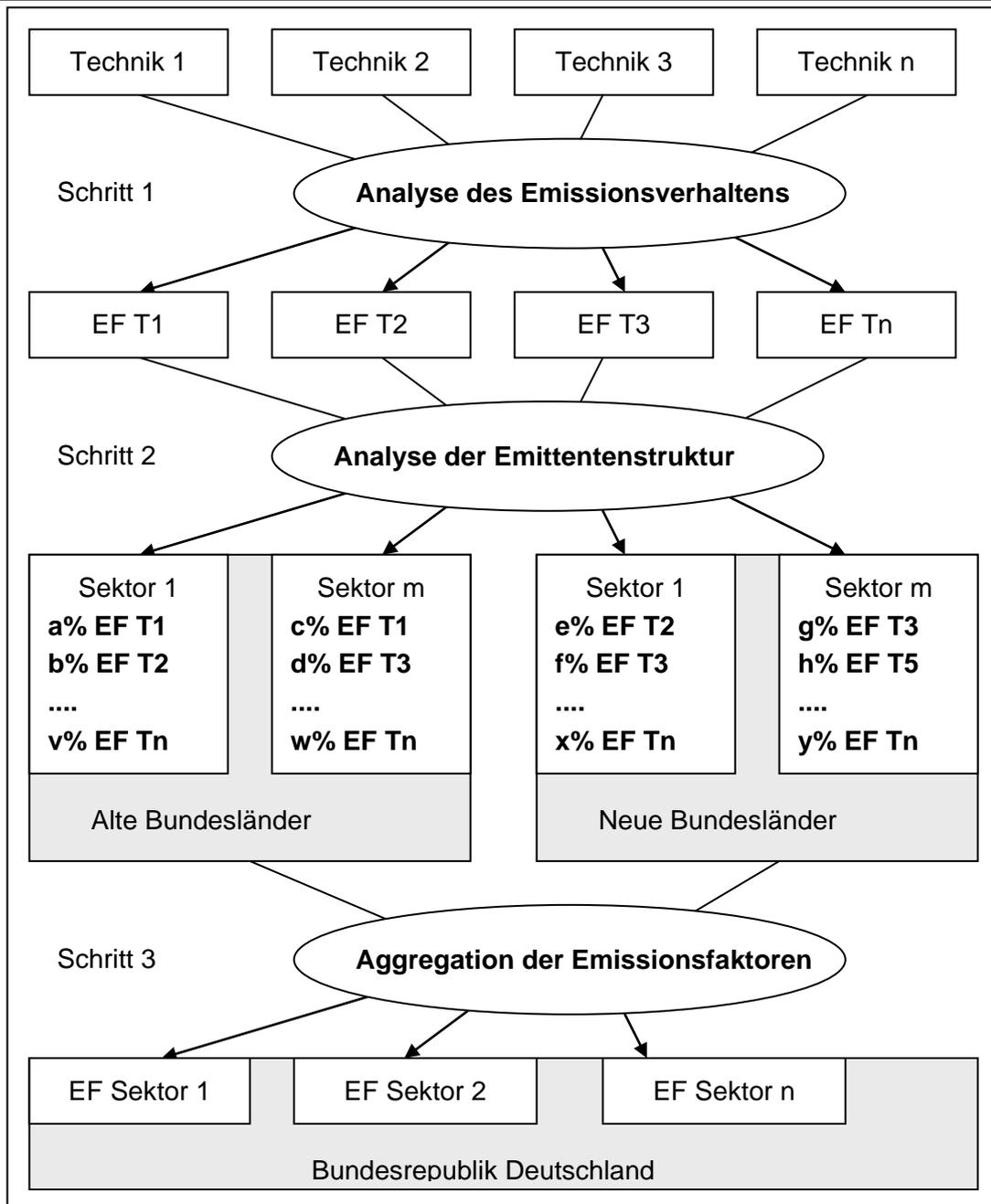


Abbildung 65: Methodik der Emissionsfaktorenberechnung

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 % charakterisiert⁸⁵. 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 284 fasst die berücksichtigten Anlagenarten nochmals nach 4. BImSchV-Nummer und Erklärungsart zusammen.

Tabelle 284: 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 285 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.

85 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 285: 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 286 fasst die Emissionsfaktoren der Tabellen 3, 4 und 5 des Anhangs E des Forschungsvorhabens RENTZ et al (2002) zusammen:

Tabelle 286: 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

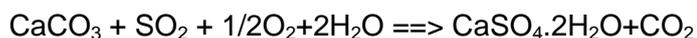
D Bundesrepublik Deutschland gesamt

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 2007; für die Jahre 2008 und 2009 haben wir als vorläufigen Eingangswert für die Berechnung des Gipsaufkommens von 2007 fortgeschrieben. Daraus ergibt sich eine geringfügige Rückrechnung für die Jahre 2007 und 2008.

Tabelle 287: CO_2 -Emissionen aus der Rauchgasentschwefelung in Öffentlichen Kraftwerken

in Gg	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
CO_2 aus REA der öffentlichen Kraftwerke	618	652	629	662	616	683	867	878	1005	966
in Gg	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
CO_2 aus REA der öffentlichen Kraftwerke	1.135	1.069	1.094	1.156	1.162	1.142	1.076	1.017	1.013	1.024

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 Transport (1.A.3)

19.1.3.1 Transport - 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 aktuellen Angaben des Fachausschusses für Mineralöl- und Brennstoff-Normung⁸⁶ (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, CO und HC-Emissionen werden mit Hilfe von Emissionsfaktoren berechnet werden, die den Ergebnissen der TREMOD-Berechnung entnommen werden. Diesen unterliegen Flugzeugtyp- und Betriebszustands-spezifische Emissionsfaktoren, die zu einem Großteil der EMEP-EEA Datenbank entstammen. Für das Jahr 2009 mussten rund 40 % der Starts (gut 70% der Flugkilometer) mit angepassten Emissionsfaktoren unterlegt werden, da die Flugzeugtypen nicht direkt und auch nicht unter Verwendung von Flugzeugtypen mit ähnlichen technischen Daten zugeordnet werden konnten. 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, 2009).

Die *NM VOC*-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

⁸⁶

Persönliche Email-Kommunikation mit Dr. Feuerhelm, FAM Hamburg, 9.Juni 2009

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 2008).

Hinsichtlich der Treibstoff-Eigenschaften gibt es keine grundlegenden Unterschiede zwischen Flugbenzin und PKW-Benzin⁸⁷. 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 der um 90 % verminderte Emissionsfaktor für SO₂ aus Kerosin 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 288 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.

Tabelle 288: Emissionsfaktoren für Flugbenzin (1990-2009)

Schadstoff	EF in [g/kg]	Bemerkung zur Quelle oder Berechnung
CO ₂	3.018,00	aus IPCC Guidelines 2006 Table 3.6.4
CH ₄	0,36	entspricht EF Kerosin, LTO/national/2009
N ₂ O	0,10	entspricht EF Kerosin, Cruise/national/2009
SO ₂	0,02	entspricht 1/10 des EF Kerosin, Cruise/national/2009
H ₂ O	1.253,00	entspricht EF Kerosin, Cruise/national/2009
NO _x	12,51	entspricht EF Kerosin, Cruise/national/2009
HC	8,12	durch Addition von EF für NMVOC und CH ₄
NMVOC	13,06	aus Revised IPCC Guidelines 1996, S. I.42
CO	642,00	aus Revised IPCC Guidelines 1996, S. I.40
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)

⁸⁷

Email- Kommunikation mit Herrn Winkler vom Mineralölwirtschaftsverband, 8.Juni 2009

Tabelle 289: Übersicht der verwendeten Emissionsfaktoren der Quellgruppe Flugverkehr (1.A.3.a)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
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
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	0,24	0,22
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
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
NO_x	11,13	11,44	11,46	11,17	11,39	11,41	11,35	11,24	11,19	11,07	11,13	11,10	10,96	10,76	10,64	10,39	10,25	10,25	10,45	10,53
NMVOG	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	15,69	14,86	14,46	14,07	14,83	14,89	14,83	14,71	15,40	15,33	15,28	15,40	15,45	15,32	15,48	15,65	15,85	16,01	15,91	16,00
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
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
NO_x	12,58	13,43	13,50	12,86	13,25	13,33	13,40	13,35	13,20	12,99	13,14	13,12	13,06	12,72	12,67	12,45	12,45	12,52	12,75	12,97
NMVOG	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
CO	2,86	2,98	3,06	3,23	2,96	3,06	2,97	2,96	2,86	2,96	2,90	2,82	2,81	2,85	2,78	2,62	2,52	2,41	2,37	2,32
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
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
NO_x	12,59	12,63	12,79	12,82	13,05	13,05	12,79	12,67	12,69	12,63	12,57	12,49	12,38	12,33	12,28	12,32	12,34	12,35	12,40	12,53
NMVOG	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
CO	16,39	15,55	14,89	14,26	14,67	14,98	13,87	13,67	14,24	14,29	14,50	14,61	14,55	14,67	14,72	14,87	14,95	15,14	15,05	15,09
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
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
NO_x	14,91	14,63	14,41	14,31	14,35	14,61	14,05	13,77	13,97	13,86	13,81	13,76	13,63	13,55	13,51	13,54	13,58	13,58	13,58	13,60
NMVOG	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
CO	1,27	1,26	1,24	1,25	1,23	1,22	1,24	1,25	1,26	1,26	1,27	1,26	1,25	1,26	1,26	1,25	1,26	1,26	1,26	1,27

19.1.3.1.2 **Detailübersicht der für Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren zugrunde gelegten Unsicherheiten (1.A.3.a)**

Tabelle 290: Übersicht der zu berücksichtigten Teilunsicherheiten der Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren

Einzelkomponenten	[%]	Teil- Unsicherheiten		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																			Von 1990-2002 werden die Berechnungen nach Tremod verwendet, ab 2003 die nach 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 Großkreisenentfernungen 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							Emissionsfaktor ist nur von Brennstoffeigenschaften abhängig (Schwefelgehalt).
	SO ₂ -10 10														x	x						Emissionsfaktor ist nur von Brennstoffeigenschaften abhängig. Niedrige Werte von - 4,9 bis 1,6 bei Eurocontrol 2004, S.49
	H ₂ O -5 5																	x	x			
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 291 dargestellt.

Tabelle 291: Energieeinsatz im Straßenverkehr 1990-2009

Jahr	Otto-kraftstoff	Diesel-kraftstoff	Biodiesel	Bio-Ethanol	Flüssig-gas	Erdgas	Petroleum
Energieeinsatz gemäß Energiebilanzen 1990-2006 (Stand: 10/2009) in TJ							
1990	1.330.479	735.920	0	0	138	0	0
1991	1.332.285	785.174	0	0	184	0	0
1992	1.344.129	853.502	0	0	115	0	0
1993	1.350.617	907.787	0	0	100	0	473
1994	1.276.637	932.060	0	0	229	0	559
1995	1.299.982	964.013	1.504	0	184	0	610
1996	1.299.879	964.580	2.046	0	184	0	638
1997	1.297.487	979.586	3.652	0	138	0	357
1998	1.300.463	1.022.794	4.081	0	115	0	637
1999	1.300.602	1.097.036	5.370	0	106	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	38.795	1.155	1.887	0	0
2005	992.377	1.077.173	71.725	6.884	2.357	2.843	0
2006	930.834	1.081.161	130.006	13.548	4.605	5.211	0
2007	892.982	1.078.362	143.461	12.182	8.942	4.089	0
2008	854.145	1.107.102	109.595	16.547	15.652	4.882	0
Vorläufige Angaben gemäß Mineralölzahlen 2009 (fossil) und Amtliche Mineralölzahlen 12/2009 (bio)							
2009	827.898	1.126.099	90.128	23.889	19.020	5.546	0

Quellen: Auswertetabellen der Energiebilanzen, Mineralöl-Zahlen 2009 des Mineralölwirtschaftsverbandes MWV (MWV, 2010) und Amtliche Mineralölzahlen.

Die Energiebilanz wird auch zur Modellierung der Verkehrsmengengerüste in TREMOD herangezogen. So führt das DIW zur Ableitung der Gesamtfahrleistung eine Kraftstoffverbrauchsberechnung durch (DIW, 2002). Die Ergebnisse der Berechnung werden für den PKW-Verkehr z.T. in TREMOD übernommen. Da das DIW mit der Kraftstoffverbrauchsberechnung 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 292).

Tabelle 292: Heizwerte für Otto- und Diesekraftstoff

Jahr	Ottokraftstoff	Diesekraftstoff
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 Diesekraftstoff-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 293 fasst die verwendeten Anpassungsfaktoren zusammen.

Tabelle 293: Korrekturfaktoren zur Anpassung an die Energiebilanz

Jahr	Land	Ottokraftstoff (inkl. Bio-Ethanol)	Dieselkraftstoff (inkl. Biodiesel)	
		PKW, LNF, MZR	PKW, LNF	SNF, Busse
1990	ABL	1,016	1,016	1,147
1990	NBL	1,024	1,024	1,588
1991	ABL	1,017	1,017	1,102
1991	NBL	1,036	1,036	1,097
1992	ABL	1,025	1,025	1,176
1992	NBL	0,989	0,989	1,253
1993	ABL	1,029	1,029	1,282
1993	NBL	0,974	0,974	1,186
1994	ABL	0,971	0,971	1,177
1994	NBL	0,971	0,971	1,177
1995	D	0,984	0,984	1,200
1996	D	0,988	0,988	1,179
1997	D	0,990	0,990	1,179
1998	D	0,988	0,988	1,242
1999	D	0,996	0,996	1,303
2000	D	0,971	0,971	1,333
2001	D	0,961	0,961	1,233
2002	D	0,959	0,959	1,190
2003	D	0,950	0,950	1,126
2004	D	0,960	0,960	1,067
2005	D	0,951	0,951	1,052
2006	D	0,932	0,932	1,085
2007	D	0,926	0,926	1,025
2008	D	0,927	0,927	0,996
2009	D	0,928	0,928	1,047

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 292) 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 (Emissionen korrigiert / Energie korrigiert = Emission unkorrigiert / Energie unkorrigiert) herauskürzt.

19.1.3.3.2 Emissionsfaktoren für Biodiesel, Bio-Ethanol, Petroleum und Flüssiggas

Die Emissionsfaktoren für Biodiesel und Petroleum werden für alle Strukturelemente 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

Die Emissionsfaktoren für PKW mit Flüssiggas werden entsprechend den Vorgaben des Umweltbundesamtes folgendermaßen angesetzt:

Tabelle 294: Emissionsfaktoren für PKW mit Flüssiggasantrieb

Schadstoff	Technik	Strukturelement	EBZ	Einheit	1995-2007
CH ₄	PKW	SV PKWO KOIO	EBZ 62	kg/TJ	3
CO	PKW	SV PKWO KOIO	EBZ 62	kg/TJ	350
CO ₂	PKW	SV PKWO KOIO	EBZ 62	kg/TJ	65.000,00
N ₂ O	PKW	SV PKWO KOIO	EBZ 62	kg/TJ	1,7
NH ₃	PKW	SV PKWO KOIO	EBZ 62	kg/TJ	0,5
NM VOC	PKW	SV PKWO KOIO	EBZ 62	kg/TJ	157
NO _x	PKW	SV PKWO KOIO	EBZ 62	kg/TJ	975
SO ₂	PKW	SV PKWO KOIO	EBZ 62	kg/TJ	1,7

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).

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 Dampfrückgewinnung aus den *Refinern* anfallen und mit flüchtigen Holzbestandteilen kontaminiert sind. Ein Teil dieser Emissionen entweicht diffus an verschiedenen Punkten der Fabrik.

Die besten verfügbaren Techniken zur Verminderung der Abgasemissionen bestehen in einer wirksamen Wärmerückgewinnung aus den Refinern sowie in der Senkung der VOC-Emissionen aus kontaminiertem Dampf. Neben den VOC-Emissionen kommt es beim

mechanischen Aufschluss zu Abgasemissionen, die nicht verfahrensbedingt sind, sondern aus der Energieerzeugung vor Ort herrühren. So werden Wärme und elektrische Energie mittels Verbrennung verschiedener fossiler Brennstoffe bzw. erneuerbarer 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 Zur Verwendung der IPCC Guidelines 2006

Das ERT des Centralized Review im September 2009 forderte in seinem Statement vom 5. September 2009:

“The ERT request that Germany provide a detailed methodological description by IPCC category and gas for its agricultural inventory where Germany does not use the parameters provided in the IPCC 1996 guidance documents.”

In diesem Kapitel erfolgt daher eine Kurzbeschreibung derjenigen Methoden, in denen Deutschland von den Vorgaben der IPCC (1996) Guidelines bzw. der IPCC (2000) Good Practice Guidance abweicht. Dies betrifft – nach Berücksichtigung der methodischen Änderungen infolge des In-Country-Review im September 2010 (vgl. Kapitel 10.5) - Methanemissionen im Bereich der Verdauung (4.A) und im Bereich des Wirtschaftsdüngers (4.B) sowie Lachgasemissionen aus Wirtschaftdünger (4.B).

Die nachfolgenden Informationen basieren auf den Tabellen, die dem ERT des Centralized Review im September 2009 als Antwort auf die o. g. Aufforderung hin übermittelt wurden. Die Tabellen wurden für den NIR 2011 aktualisiert und teilweise durch Text ergänzt bzw. ersetzt. Die erste Spalte bezeichnet Gas und Quelle; die Angaben in der zweiten Spalte beziehen sich auf die entsprechenden Kapitel im umfassenden Bericht (RÖSEMANN et. al., 2011); die dritte Spalte beinhaltet Informationen zur verwendeten Methodik. Die vierte Spalte gibt für die Berichtsjahre 1990 und 2009 die im deutschen Inventar verwendeten relevanten Größen (wie z. B. den Emissionsfaktor) an und stellt sie den entsprechenden Werten aus IPCC (1996b) gegenüber. In allen Fällen bezieht sich die Angabe „IPCC 1996“ auf IPCC (1996b).

Tabelle 295: Methane emissions from enteric fermentation

Source	Chapter	Methodology	Effective parameter
other cattle	calves: 4.4.4 heifers: 4.5.4 bulls: 4.6.4 suckler cows: 4.7.3 mature males: 4.8.4	A Tier 2 approach is used, differentiating between calves, heifers, bulls (beef), suckler cows and mature males. Energy requirements are calculated using national data. Constants are taken from IPCC 2006 as they are updated (see reasoning in IPCC 2006, pg. 10.30). The methane conversion rate for all other cattle apart from calves is 6.5 % and thus exceeds the one proposed in IPCC 1996. In the German inventory calves are defined as cattle younger than two months. As calves within this category only gradually emerge as ruminants, a value of 2 % is used (national expertise, cf. chapter 6.2.2.3).	mean methane conversion factor 1990: 6.16 % 2009: 6.15 % IPCC 1996: 6.0 %
horses	horses: 7.2.1.2, 7.2.2, 7.3.1.2, 7.3.2	The definition of horses given in IPCC 1996 and 2006 applies to heavy horses (size, weight, energy requirements). The German inventory differentiates light horses and ponies with respect to their different properties. IPCC 1996 and 2006 fail to provide an adequate default emission factor for light horses and ponies. In order to derive an emission factor for light horses and ponies, the ratio of gross energy intakes of heavy horses and light horses (2/3, see Chapter 6.2.2.5) is assumed to apply also to the ratio of the CH ₄ emission factors..	heavy horses, default emission factor 1990: 18 kg place ⁻¹ a ⁻¹ 2009: 18 kg place ⁻¹ a ⁻¹ IPCC 1996: 18 kg place ⁻¹ a ⁻¹ light horses and ponies, emission factor 1990: 12 kg place ⁻¹ a ⁻¹ 2009: 12 kg place ⁻¹ a ⁻¹ IPCC 1996: ---

Nitrous oxide emissions from manure management:

For all relevant animal categories (cattle, pigs, poultry except geese) a detailed methodology is used to derive excretion rates (N and VS). In the mass flow approach used in any case it is important to differentiate between the various housing and storage systems, as these have an effect on CH₄, NMVOC, NH₃, N₂, NO and N₂O emissions.

For N₂O, IPCC 2006 partial emission factors are used for the German inventory, as they can be assigned to the storage systems used in Germany (see also Amon et al., 2001).

These emission factors allow for a differentiation between slurry stored with natural crust (EF = 0.005 kg kg⁻¹ N₂O-N), without a natural crust cover (EF = 0 kg kg⁻¹ N₂O-N) and slurry storage below animal confinements (EF = 0.002 kg kg⁻¹ N₂O-N). IPCC 1996 uses one single EF of 0.001 kg kg⁻¹ N₂O-N not differentiating between different slurry storage systems.

The IPCC 1996 N₂O emission factor for solid storage and dry lot is 0.02 kg kg⁻¹ N₂O-N. IPCC 2006 differentiates between a N₂O emission factor for dry lot (0.02 kg kg⁻¹ N₂O-N) and a N₂O emission factor for solid storage (0.005 kg kg⁻¹ N₂O-N). Based on a review of several central European studies, Freibauer (2003) found median emission factors for solid storage (cattle, sheep, goats: EF = 0.005 kg kg⁻¹ N₂O-N; Swine: EF = 0.002 kg kg⁻¹ N₂O-N) supporting the IPCC 2006 emission factor rather than the IPCC 1996 emission factor.

Amon et al. (2001) report emission factors ranging from 0.0027 to 0.01 kg N₂O-N (kg N)⁻¹.

IPCC 1996 does not provide a default emission N₂O factor for poultry manure. Hence, the IPCC 2006 default value is used (0.001 kg kg⁻¹ N₂O-N). Freibauer (2003) cites Sneath et al. (1997) with the same value.

Methane emissions from manure management:

Generally Germany uses the IPCC 2006 methane conversion factors, because, in contrast to IPCC 1996 and IPCC 2000 Good Practice Guidance, they differentiate between slurry storage with and without natural crust and therefore enable a methane emission calculation consistent with the ammonia emission calculation in the German inventory model GAS-EM.

IPCC 2000 Good Practice Guidance uses a MCF of 39 %, IPCC 1996 a MCF of 10 % for all liquid / slurry storage systems. IPCC 2006 uses MCFs of 10 % for slurry without natural crust cover and 17 % for slurry with natural crust cover (for average annual temperatures ≤ 10 °C as this is the case for most districts in Germany). According to Dustan (2002) a MCF of 39 % is not applicable to Sweden and other countries with similar climatic conditions (mean temperatures around 7.5 °C). Furthermore he found no references to support the substantial increase in the MCF from 10 % to 39 % from IPCC 1996 to IPCC 2000. Austria is using country specific MCFs below 10 %, based on measurements (Environment Agency Austria, 2010). Hence, Germany is of the opinion that a level of 39 % is not applicable to describe the German conditions.

Tabelle 296: Methane emissions from manure management

Source	Chapter	Methodology	Effective parameter
dairy cows	4.3.6	<p>A very detailed approach is used to assess feed intake, energy and nutrient intake, CH₄ from enteric fermentation as well as VS and N excretion rates based on as much national information as possible.</p> <p>The German inventory differentiates between regional feeds, milk yields, temperatures as well as housing and storage systems.</p> <p>Germany differentiates between the various storage systems (e. g. crust, no crust), as these have an effect on both CH₄ and N₂O emission factors.</p> <p>IPCC 1996 does not allow for a differentiation between various storage systems. When IPCC 2006 is used, the mass flow can be calculated consistent with the NH₃ emissions where various storage systems are accounted for.</p> <p>In addition, IPCC 2006 provides temperature dependent methane conversion factors, whereas IPCC 1996 only differentiates between temperature regimes only.</p>	<p>maximum methane producing capacity</p> <p>1990: 0.24 m³ kg⁻¹ CH₄</p> <p>2009: 0.24 m³ kg⁻¹ CH₄</p> <p>IPCC 1996: 0.24 m³ kg⁻¹ CH₄</p> <p>mean methane conversion factor for slurry</p> <p>1990: 0.140 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>2009: 0.134 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>IPCC 1996: 0.10 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>methane conversion factor for solid storage</p> <p>1990: 0.02 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>2009: 0.02 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>IPCC 1996: 0.01 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>methane conversion factor for pasture</p> <p>1990: 0.01 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>2009: 0.01 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>IPCC 1996: 0.01 kg kg⁻¹ CH₄</p>
other cattle	calves: 4.4.5 heifers: 4.5.5 bulls: 4.6.5 suckler cows: 4.7.4 mature males: 4.8.5	<p>A Tier 2 approach is used, differentiating between calves, heifers, bulls (beef), suckler cows and mature males.</p> <p>The German inventory differentiates between regional temperatures as well as housing and storage systems.</p> <p>Energy and nutrient requirements are calculated using national data.</p> <p>The methodology used allows the derivation of VS and N excretion rates.</p> <p>In a mass flow approach it is important to differentiate between the various storage systems (e. g. crust, no crust), as these have an effect on both CH₄ and N₂O emission factors.</p> <p>IPCC 1996 does not allow for a differentiation between various storage systems. When IPCC 2006 is used, the mass flow can be calculated consistent with the NH₃ emissions where various storage systems are accounted for.</p> <p>In addition, IPCC 2006 provides temperature dependent methane conversion factors, whereas IPCC 1996 only differentiates between temperature regimes only.</p>	<p>maximum methane producing capacity</p> <p>1990: 0.18 m³ kg⁻¹ CH₄</p> <p>2009: 0.18 m³ kg⁻¹ CH₄</p> <p>IPCC 1996: 0.17 m³ kg⁻¹ CH₄</p> <p>mean methane conversion factor for slurry</p> <p>1990: 0.138 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>2009: 0.133 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>IPCC 1996: 0.10 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>methane conversion factor for solid storage</p> <p>1990: 0.02 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>2009: 0.02 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>IPCC 1996: 0.01 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>methane conversion factor for pasture</p> <p>1990: 0.01 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>2009: 0.01 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>IPCC 1996: 0.01 kg kg⁻¹ CH₄</p>

Source	Chapter	Methodology	Effective parameter
pigs	sows: 5.3.5 weaners: 5.4.5 fatteners: 5.5.5 boars: 5.6.5	A very detailed approach is used, differentiating between sows, weaners, fatteners and boars. It assesses feed intake, energy and nutrient intake, VS and N excretion rates based on as much national information as possible. In a mass flow approach it is important to differentiate between the various storage systems (e. g. crust, no crust), as these have an effect on both CH ₄ and N ₂ O emission factors. IPCC 1996 does not allow for a differentiation between various storage systems. When IPCC 2006 is used, the mass flow can be calculated consistent with the NH ₃ emissions where various storage systems are accounted for. IPCC 2006 provides temperature dependent methane conversion factors, whereas IPCC 1996 only differentiates between temperature regimes.	<p>maximum methane producing capacity</p> <p>1990: 0.45 m³ kg⁻¹ CH₄ 2009: 0.45 m³ kg⁻¹ CH₄ IPCC 1996: 0.45 m³ kg⁻¹ CH₄</p> <p>mean methane conversion factor for slurry</p> <p>1990: 0.170 kg kg⁻¹ CH₄ 2009: 0.164 kg kg⁻¹ CH₄ IPCC 1996: 0.10 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>methane conversion factor for solid storage</p> <p>1990: 0.02 kg kg⁻¹ CH₄ 2009: 0.02 kg kg⁻¹ CH₄ IPCC 1996: 0.01 kg kg⁻¹ CH₄</p>
sheep	6.2.3	Default IPCC 2006 VS excretion rates, maximum methane producing capacity and methane conversion factors are combined with German grazing and housing frequencies.	<p>maximum methane producing capacity</p> <p>1990: 0.19 m³ kg⁻¹ CH₄ 2009: 0.19 m³ kg⁻¹ CH₄ IPCC 1996: 0.19 m³ kg⁻¹ CH₄</p> <p>methane conversion factor for solid storage</p> <p>1990: 0.02 kg kg⁻¹ CH₄ 2009: 0.02 kg kg⁻¹ CH₄ IPCC 1996: 0.01 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>methane conversion factor for pasture</p> <p>1990: 0.01 kg kg⁻¹ CH₄ 2009: 0.01 kg kg⁻¹ CH₄ IPCC 1996: 0.01 kg kg⁻¹ CH₄</p>
goats	6.6.3	IPCC 2006, Table 10.15, gives a default emission factor of 0.13 kg place ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄ , which reflects all-year-round grazing as can be recalculated from the data set provided in IPCC 2006, Table 10A-9. Doing so, one realizes that the IPCC 1996 default emission factor is incorrect (0.12 kg place ⁻¹ a ⁻¹). Germany makes use of the default VS excretion rate, maximum methane producing capacity and methane conversion factors listed in IPCC 2006, Table 10A-9 and combines them with German grazing and housing frequencies.	<p>implied emission factor (IEF)</p> <p>1990: 0.22 kg place⁻¹ a⁻¹ 2009: 0.22 kg place⁻¹ a⁻¹ IPCC 1996: 0.12 kg place⁻¹ a⁻¹</p>

Source	Chapter	Methodology	Effective parameter
horses	heavy horses: 7.2.3 ponies: 7.3.3	For the subdivision of horses in subcategories see above (enteric fermentation). Default IPCC 2006 VS excretion rates, maximum methane producing capacity and methane conversion factors are combined with German grazing and housing frequencies. For light horses/ponies a specific VS excretion rate is derived (2/3 of the heavy horses VS excretion) based on energy considerations (see Chapter 6.2.2.5).	<p>maximum methane producing capacity</p> <p>1990: 0.3 m³ kg⁻¹ CH₄</p> <p>2009: 0.3 m³ kg⁻¹ CH₄</p> <p>IPCC 1996: 0.33 m³ kg⁻¹ CH₄</p> <p>methane conversion factor for solid storage</p> <p>1990: 0.02 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>2009: 0.02 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>IPCC 1996: 0.01 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>methane conversion factor for pasture</p> <p>1990: 0.01 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>2009: 0.01 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>IPCC 1996: 0.01 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>implied emission factor (IEF), heavy horses</p> <p>1990: 2.80 kg place⁻¹ a⁻¹</p> <p>2009: 2.80 kg place⁻¹ a⁻¹</p> <p>IPCC 1996: 1.56 kg place⁻¹ a⁻¹</p> <p>implied emission factor (IEF), light horses</p> <p>1990: 1.82 kg place⁻¹ a⁻¹ CH₄</p> <p>2009: 1.82 kg place⁻¹ a⁻¹ CH₄</p>
mules and asses	7.5.3	Both IPCC (1996b), Table B-7, and IPCC 2006, Table 10.15, give a default emission factor of 0.76 kg place ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄ . Default IPCC 2006 VS excretion rates, maximum methane producing capacity and methane conversion factors for mules and asses are combined with German grazing and housing frequencies for horses.	<p>implied emission factor</p> <p>1990: 1.36 kg place⁻¹ a⁻¹</p> <p>2009: 1.36 kg place⁻¹ a⁻¹</p> <p>IPCC 1996: 0.76 kg place⁻¹ a⁻¹</p>
buffalo	8.2.3	Default IPCC 2006 VS excretion rates, maximum methane producing capacity and methane conversion factors are combined with German grazing and housing frequencies. Germany makes use of the default VS excretion rate, default maximum methane producing capacity and default methane conversion factors according to IPCC 2006, Table 10A-6. It is assumed that buffalo are kept on pasture 10 hours a day for 140 days a year. It is assumed that storage systems are slurry storage with natural crust (50 %) and solid storage (50 %). The MCF for pasture equals that of IPCC 1996.	<p>maximum methane producing capacity</p> <p>1990: 0.10 m³ kg⁻¹ CH₄</p> <p>2009: 0.10 m³ kg⁻¹ CH₄</p> <p>IPCC 1996: 0.10 m³ kg⁻¹ CH₄</p> <p>methane conversion factor for slurry storage</p> <p>1990: 0.10 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>2009: 0.10 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>IPCC 1996: 0.10 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>methane conversion factor for solid storage</p> <p>1990: 0.02 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>2009: 0.02 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>IPCC 1996: 0.01 kg kg⁻¹ CH₄</p> <p>Implied emission factor (IEF)</p> <p>1990: 4.96 kg place⁻¹ a⁻¹ CH₄</p> <p>2009: 4.96 kg place⁻¹ a⁻¹ CH₄</p> <p>IPCC 1996: 2.67 kg place⁻¹ a⁻¹ CH₄</p>

Source	Chapter	Methodology	Effective parameter
laying hens	9.3.6	A detailed methodology is used to derive VS excretion rates on a national basis. IPCC 1996 does not differentiate between various species among poultry. So maximum methane producing capacity for laying hens and methane conversion factor for poultry manure are taken from IPCC 2006.	maximum methane producing capacity 1990: 0.39 m ³ kg ⁻¹ CH ₄ 2009: 0.39 m ³ kg ⁻¹ CH ₄ IPCC 1996: 0.32 m ³ kg ⁻¹ CH ₄ methane conversion factor 1990: 0.015 kg kg ⁻¹ CH ₄ 2009: 0.015 kg kg ⁻¹ CH ₄ IPCC 1996: 0.01 kg kg ⁻¹ CH ₄
broilers	9.4.6	A detailed methodology is used to derive VS excretion rates on a national basis. IPCC 1996 does not differentiate between various species among poultry. So maximum methane producing capacity for broilers and methane conversion factor for poultry manure are taken from IPCC 2006.	maximum methane producing capacity 1990: 0.36 m ³ kg ⁻¹ CH ₄ 2009: 0.36 m ³ kg ⁻¹ CH ₄ IPCC 1996: 0.32 m ³ kg ⁻¹ CH ₄ methane conversion factor 1990: 0.015 kg kg ⁻¹ CH ₄ 2009: 0.015 kg kg ⁻¹ CH ₄ IPCC 1996: 0.01 kg kg ⁻¹ CH ₄
pullets	9.5.6	A detailed methodology is used to derive VS excretion rates on a national basis. IPCC 1996 does not differentiate between various species among poultry. Maximum methane producing capacity and methane conversion factor for poultry manure are taken from IPCC 2006. (IPCC 2006 does not mention pullets explicitly. The data for laying hens are used accordingly.)	maximum methane producing capacity 1990: 0.39 m ³ kg ⁻¹ CH ₄ 2009: 0.39 m ³ kg ⁻¹ CH ₄ IPCC 1996: 0.32 m ³ kg ⁻¹ CH ₄ methane conversion factor 1990: 0.015 kg kg ⁻¹ CH ₄ 2009: 0.015 kg kg ⁻¹ CH ₄ IPCC 1996: 0.01 kg kg ⁻¹ CH ₄
geese	9.6.4	No national data on VS excretions are available. As neither IPCC 1996 nor IPCC 2006 provide default VS excretions, a Tier 1 method has to be applied for which the default emission factor provided by IPCC 1996 for poultry is used. (IPCC 2006 does not provide a default emission factor for geese.)	default emission factor 1990: 0.078 kg place ⁻¹ a ⁻¹ 2008: 0.078 kg place ⁻¹ a ⁻¹ IPCC 1996: 0.078 kg place ⁻¹ a ⁻¹
ducks	9.7.6	A detailed methodology is used to derive VS excretion rates on a national basis. IPCC 1996 does not differentiate between various species among poultry So maximum methane producing capacity for ducks and methane conversion factor for poultry manure are taken from IPCC 2006. IPCC 2006, Table 10A-9, lists an MCF of 0.01 kg kg ⁻¹ CH ₄ for ducks in contrast to Table 10.17 where an MCF of 0.015 kg kg ⁻¹ CH ₄ is given for poultry. The use of the smaller MCF is considered inconsistent in comparison with other poultry keeping in mind that it is almost impossible to keep a duck house "dry". Thus, the German inventory uses an MCF of 0.015 kg kg ⁻¹ CH ₄ .	maximum methane producing capacity 1990: 0.36 m ³ kg ⁻¹ CH ₄ 2009: 0.36 m ³ kg ⁻¹ CH ₄ IPCC 1996: 0.32 m ³ kg ⁻¹ CH ₄ methane conversion factor 1990: 0.015 kg kg ⁻¹ CH ₄ 2009: 0.015 kg kg ⁻¹ CH ₄ IPCC 1996: 0.01 kg kg ⁻¹ CH ₄

Source	Chapter	Methodology	Effective parameter
turkeys	9.8.4	A detailed methodology is used to derive VS excretion rates on a national basis. IPCC 1996 does not differentiate between various species among poultry So maximum methane producing capacity for turkeys and methane conversion factor for poultry manure are taken from IPCC 2006..	maximum methane producing capacity 1990: 0.36 m ³ kg ⁻¹ CH ₄ 2009: 0.36 m ³ kg ⁻¹ CH ₄ IPCC 1996: 0.32 m ³ kg ⁻¹ CH ₄ methane conversion factor 1990: 0.015 kg kg ⁻¹ CH ₄ 2009: 0.015 kg kg ⁻¹ CH ₄ IPCC 1996: 0.01 kg kg ⁻¹ CH ₄

19.5 Weitere detaillierte methodische Beschreibungen für die Quell/Senkenkategorie Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (5)

19.5.1 Wälder (5.A)

19.5.1.1 Weiterführende Informationen zu dem Projekt GSE Forest Monitoring: Inputs für die Treibhausgasberichterstattung (GSE FM-INT)

19.5.1.1.1 Definition von Wald und Landnutzungskategorien

Als Grundlage für die Ausweisung von Waldflächen wurde die Walddefinition der Bundeswaldinventur verwendet (BMVEL 2001) (siehe Kapitel 7.2.3). Die BWI-Walddefinition wurde für die Arbeiten dieses GSE-Projektes wie folgt angepasst:

- Festlegung einer potentiellen Mindestbaumhöhe von 5 m (daraus resultiert keine Abweichung zur Waldflächendefinition, die für die nationale Waldinventur festgelegt ist)
- Festlegung eines Mindestbestockungsgrades von 30 % (in Deutschland äquivalent zu 50 % Mindestbestockung, siehe BMVEL (2001))
- Festlegung einer minimalen Waldfläche von 0,5 ha (daraus resultiert eine Abweichung zur BWI-Waldflächendefinition, die bei der Unsicherheitsbestimmung und der Sensitivitätsanalyse zu berücksichtigen ist).

Durch diese Modifikationen ist die Walddefinition konsistent zur der in den Marrakesh Accords festgelegten (GSE 2009). Für die Ausweisung der sechs IPCC-Landnutzungskategorien gelten die Definitionen der IPCC-Guidelines (IPCC 2003).

19.5.1.1.2 Datenquellen, Aufbereitung und Auswertung der Daten, Genauigkeitsanalyse

Für das Referenzjahr 1990 wurden Landsat TM-Satellitenszenen, für 2002 Landsat ETM-Szenen und für 2005/2006 LISS-Daten der Indischen IRS Satelliten verwendet. Daneben wurden als zusätzliche Datenquellen u. a. Höhenmodelle, Luftbilder, ATKIS-Daten, Topografische Karten und Daten der BWI 2 in die Auswertungen einbezogen (siehe Tabelle 297).

Tabelle 297: Satellitendaten, Aufnahmejahre und Zusatzdaten der neuen Bundesländer für das GSE-Projekt (nach GSE 2003, GSE 2006, GSE 2007, GSE 2009)

Bundesland	Satellitendaten	Aufnahmejahr	Zusatzdaten
Mecklenburg-Vorpommern	IRS P6 LISS III/IV Landsat TM	2005 1989, 1990	DEM SRTM, IRS-Mosaic-Euromaps, TK 1:50.000, TK 1:25.000, ATKIS, Luftbilder (2004-2005), historische Luftbilder (1989-1990), BWI 2
Thüringen	IRS P6 LISS III Spot-5 Landsat TM	2005, 2006 2005 1989, 1990	DEM SRTM, IRS-Mosaic-Euromaps, Google Earth Pro-SPOT 2-5 imagery, TK 1:50.000, BWI 2
Sachsen-Anhalt	IRS P6 LISS III Landsat TM	2005, 2006 1989, 1990	DEM SRTM, IRS-Mosaic-Euromaps, TK 1:50.000, 38 historische Luftbilder (1989 - 1990), BWI 2
Berlin/Brandenburg	IRS P6 LISS III Landsat TM	2005, 2006 1989, 1991	DEM SRTM, IRS-Mosaic-Euromaps, Google Earth Pro-SPOT 2-5 imagery, TK 1:50.000, BWI 2
Sachsen-Ost (~80% der Fläche)	Landsat ETM Landsat TM	2002 1989	DEM Monapro, DEM SRTM, IRS-Mosaic 2000, CIR-Luftbilder (2000-2002), TK 1:25.000, Biotopkarte Sachsen 1:25000, ATKIS-Waldlayer, BWI 2
Sachsen-West (~20% der Fläche)	IRS P6 LISS III Landsat TM	2006 1989, 1990	DEM SRTM, IRS-Mosaic-Euromaps, Google Earth Pro-SPOT 2-5 imagery, TK 1:50.000, BWI 2

Nach der geometrischen Aufbereitung der Daten erfolgte die thematische Auswertung. Dazu zählen u.a. die Klassifizierung der Waldflächen, deren Qualitätssicherung sowie die Veränderungsanalyse der verschiedenen Landnutzungskategorien. Die Veränderungsanalyse wurde in einem zweistufigen Verfahren durchgeführt. Zuerst wurden die Wald- und Nichtwaldflächen der aktuellen Satellitendaten mit den historischen Landsat TM-Daten aus den Jahren 1989-1991 verglichen und die entsprechenden Änderungen ausgewiesen. Anschließend erfolgte eine weitere, qualitative Auswertung der Nichtwaldflächen, die in die Landnutzungskategorien Siedlung, Grünland, Ackerland, Feuchtgebiete und anderes Land durch den Vergleich der Satellitendaten zu den verschiedenen Aufnahmezeitpunkten unterteilt wurden. Die Genauigkeiten der Wald-/Nichtwaldkarten und der Karten zur Landnutzung und Landnutzungsänderungen wurden anhand eines Vergleiches einer zufälligen Auswahl von Stichprobenpunkten mit Google Earth - Daten oder Luftbildern ermittelt. Die Ergebnisse der Genauigkeitsanalyse sind in unterschiedlichen Statistiken zusammengefasst (GSE 2003, GSE 2006, GSE 2007, GSE 2009). Der Stichprobenfehler der Flächenschätzung für die neuen Bundesländern im Zeitraum 1987 – 2002 ist in Tabelle 204 in Kapitel 7.2.5.1 dargestellt.

19.5.1.1.3 Anpassungen der Ergebnisse des GSE FM-INT-Projektes

Die Ausweisung der Waldflächen im GSE-Projekt erfolgte ab einer Mindestfläche von 0,5 ha. Aufgrund dieser Festlegung ergibt sich eine Abweichung zu den nach der BWI-Walddefinition ermittelten Waldflächen. Dies führt zu inkonsistenten Landnutzungsmatrizen für die alten und die neuen Bundesländer im Zeitraum 1990 – 2008 und ebenso zu Inkonsistenzen der Landflächen im weiteren Verlauf. Deshalb wird eine konsistente Landnutzungsmatrix für die alten und neuen Länder auch für die Zeit (1990-2002) vorbereitet, für die gegenwärtig keine gemeinsame Datenbasis für die Waldflächen vorliegt. Dafür wird unter Einbeziehung aller verfügbaren Datenquellen, wie GSE FM-INT, BWI-Daten und Luftbildern, für die aus dem GSE-Projekt hergeleiteten Flächen eine Analyse der Landnutzung und

Landnutzungsänderungen auf dem Raster der BWI durchgeführt, insbesondere für die Flächen mit einer Größe zwischen 0,1 und 0,5 ha. Das Erfassungssystem wird damit auch für diese Flächen auf das Stichprobennetz der BWI umgestellt. Somit ist die bestmögliche räumliche und zeitliche Konsistenz der Landnutzungsmatrix sichergestellt.

Für eine nach IPCC-Vorgaben regelkonforme Nutzung und Weiterverwendung der mit diesem GSE-Projekt zur Verfügung gestellten Flächen der verschiedenen Landnutzungskategorien für die Treibhausgasberichterstattung waren allerdings geringfügige Modifikationen der ausgewiesenen Flächenstatistiken erforderlich. Nach IPCC existieren die Landnutzungskategorien „vorübergehend unbestockt Fläche“ und „Wald – unbestockte Fläche“ nicht. Nach Überprüfung mit anderen Datenquellen, wie z.B. ATKIS wurde festgestellt, dass diese Flächen zu den „verbleibenden Waldflächen“ gehören. Somit wurden diese beiden Kategorien der Kategorie „verbleibende Waldfläche“ zugewiesen. Gleiches gilt für die nachfolgend aufgeführten zwei Kategorien, wobei „Wald – anderes Land“ der Kategorien „Siedlung“ und „anderes Land – Wald“ der Kategorien „Grünland“ zugeordnet wurden. Diese Änderungen wurden in der Landnutzungsmatrix der neuen Bundesländer entsprechend berücksichtigt (siehe Tabelle 190 und Tabelle 191 in Kapitel 7.2.3.2).

Ein Ergebnis des GSE-Projektes war die eindeutige geographische Abgrenzung von Neuwald-, Entwaldungs- und Waldbewirtschaftungsflächen (siehe Abbildung 66). Weiterführende Informationen und Ergebnisse finden sich in den Endberichten des Projektes (GSE 2003, GSE 2006, GSE 2007, GSE 2009)

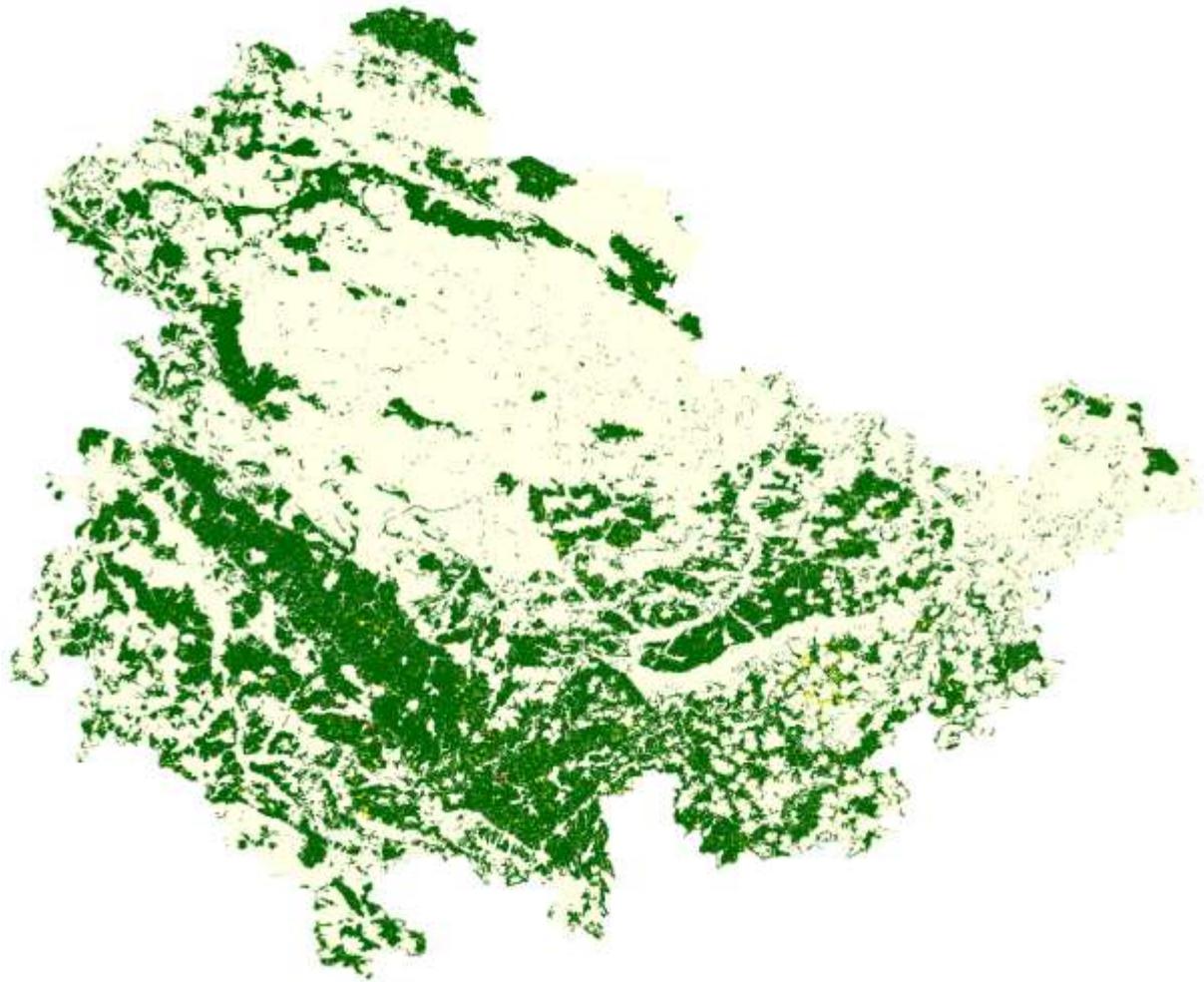


Abbildung 66: Karte von Thüringen mit den Landnutzungskategorien Aufforstung (gelb), Entwaldung (rot) und Waldbewirtschaftung (grün)

19.5.1.2 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz

19.5.1.2.1 Fehlerbudget

Die in den Kapiteln 7.2.5.1 bis 7.2.5.2.4 aufgeführten Fehlerquellen und Fehlerrahmen werden nun abschließend zu einem Gesamtfehlerbudget zusammengeführt. Dabei kann für die alten Bundesländer für den Zeitraum 1987 bis 2002 ein vollständiges Budget erstellt werden. Für die alten Bundesländer zeigt die Tabelle 298 das Gesamtfehlerbudget für die C-Vorratsschätzung für das Jahr 1987 und die Tabelle 299 für das Jahr 2002. Das Gesamtfehlerbudget für die C-Veränderungsschätzung zwischen 1987 und 2002 in den alten Bundesländern zeigt Tabelle 300. Für den Zeitraum 2002 - 2008 lässt dies die Datenlage nur für die Kategorie Forest Land remaining Forest Land zu. Das Gesamtfehlerbudget für die C-Vorrats- und C-Veränderungsschätzung der Landnutzungskategorie Forest Land remaining Forest Land zwischen 2002 und 2008 in Deutschland ist in Tabelle 301 zusammengefasst.

Tabelle 298: Gesamtfehlerbudget für die C-Vorratsschätzung der Biomasse für das Jahr 1987 in den alten Bundesländern

1987															
LULUCF category	area		above-ground					below-ground				carbon		overall	
	[ha]	error [%]	biomass stock [t]	se [%]	vef [%]	rd [%]	error total [%]	biomass stock [t]	se [%]	root-shoot-ratio [%]	error total [%]	carbon stock [t]	carbon error [%]	error total [%]	error emission factor [%]
Forest Land remaining Forest Land	7.599.965	0,93	1.235.448.107	1,07	2,99	9,19	9,73	351.236.001	1,05	25,37	25,39	793.342.054	2,00	9,64	9,68
Forest Land converted to Cropland	5.290	26,51	272.142	55,12	2,12	13,7	56,84	92.680	55,59	32,36	64,32	182.411	2,00	45,48	52,64
Forest Land converted to Grassland	24.634	14,18	351.457	45,42	2,81	8,65	46,32	121.383	43,11	24,19	49,43	236.420	2,00	36,75	39,39
Forest Land converted to Settlements	39.688	11,14	3.047.746	18,73	2,14	7,92	20,45	920.259	18,49	22,43	29,07	1.984.003	2,00	17,21	20,5
Forest Land converted to Wetlands	9.133	24,85	90.532	69,85	3,08	24,49	74,08	28.229	64,93	32,34	72,54	59.380	2,00	59,08	64,10
Forest Land converted to Other Land	0	–	0	–	–	–	–	0	–	–	–	0	–	–	–
Cropland converted to Forest Land	0	–	0	–	–	–	–	0	–	–	–	0	–	–	–
Grassland converted to Forest Land	0	–	0	–	–	–	–	0	–	–	–	0	–	–	–
Settlements converted to Forest Land	0	–	0	–	–	–	–	0	–	–	–	0	–	–	–
Wetlands converted to Forest Land	0	–	0	–	–	–	–	0	–	–	–	0	–	–	–
Other Land converted to Forest Land	0	–	0	–	–	–	–	0	–	–	–	0	–	–	–
KP Aforestation	0	–	0	–	–	–	–	0	–	–	–	0	–	–	–
KP Deforestation	78.744	8,01	3.761.878	16,33	2,14	8,21	18,4	1.162.550	16,01	23,09	28,10	2.462.214	2,00	15,67	17,60

Tabelle 299: Gesamtfehlerbudget für die C-Vorratsschätzung der Biomasse für das Jahr 2002 in den alten Bundesländern

2002															
LULUCF category	area		above-ground					below-ground				carbon		overall	
	[ha]	error [%]	biomass stock [t]	se [%]	vef [%]	rd [%]	error total [%]	biomass stock [t]	se [%]	root-shoot-ratio [%]	error total [%]	carbon stock [t]	carbon error [%]	error total [%]	error emission factor [%]
Forest Land remaining Forest Land	7.599.965	0,93	1.452.377.845	1,04	2,84	8,63	9,15	413.033.737	1,03	23,86	23,88	932.705.791	2,00	9,09	9,14
Forest Land converted to Cropland	0	–	0	–	–	–	–	0	–	–	–	0	–	–	–
Forest Land converted to Grassland	0	–	0	–	–	–	–	0	–	–	–	0	–	–	–
Forest Land converted to Settlements	0	–	0	–	–	–	–	0	–	–	–	0	–	–	–
Forest Land converted to Wetlands	0	–	0	–	–	–	–	0	–	–	–	0	–	–	–
Forest Land converted to Other Land	0	–	0	–	–	–	–	0	–	–	–	0	–	–	–
Cropland converted to Forest Land	28.425	13,59	691.595	26,46	2,11	8,05	27,74	267.035	25,41	29,27	38,76	479.315	2,00	22,83	26,57
Grassland converted to Forest Land	52.974	8,61	1.956.486	15,37	2,07	7,76	17,35	683.983	14,8	26,61	30,45	1.320.235	2,00	15,21	17,48
Settlements converted to Forest Land	28.967	13,32	1.223.087	20,9	2,00	6,83	22,08	429.918	20,93	25,24	32,79	826.502	2,00	18,54	22,83
Wetlands converted to Forest Land	16.469	15,92	454.997	28,42	1,04	6,65	29,21	167.610	28,31	17,95	33,52	311.303	2,00	23,26	28,18
Other Land converted to Forest Land	0	–	0	–	–	–	–	0	–	–	–	0	–	–	–
KP Aforestation	126.834	6,00	4.326.165	10,47	2,7	6,96	12,86	1.548.546	10,23	24,79	26,81	2.937.355	2,00	11,98	13,4
KP Deforestation	0	–	0	–	–	–	–	0	–	–	–	0	–	–	–

Tabelle 300: Gesamtfehlerbudget für die C-Veränderungsschätzung der Biomasse zwischen 1987 und 2002 in den alten Bundesländern

1987 – 2002															
LULUCF category	area		above-ground					below-ground				carbon		overall	
	[ha]	error [%]	biomass stock [t]	se [%]	vef [%]	rd [%]	error total [%]	biomass stock [t]	se [%]	root-shoot-ratio [%]	error total [%]	carbon stock [t]	carbon error [%]	error total [%]	error emission factor [%]
Forest Land remaining Forest Land	7.599.965	0,93	216.929.738	2,94	2,06	6,29	7,25	61.797.736	2,68	17,38	17,59	139.363.737	2,00	7,14	7,20
Forest Land converted to Cropland	5.290	26,51	272.142	55,12	2,12	13,7	56,84	92.680	55,59	32,36	64,32	182.411	2,00	45,48	52,64
Forest Land converted to Grassland	24.634	14,18	351.457	45,42	2,81	8,65	46,32	121.383	43,11	24,19	49,43	236.420	2,00	36,75	39,39
Forest Land converted to Settlements	39.688	11,14	3.047.746	18,73	2,14	7,92	20,45	920.259	18,49	22,43	29,07	1.984.003	2,00	17,21	20,50
Forest Land converted to Wetlands	9.133	24,85	90.532	69,85	3,08	24,49	74,08	28.229	64,93	32,34	72,54	59.380	2,00	59,08	64,10
Forest Land converted to Other Land	0	–	0	–	–	–	–	0	–	–	–	0	–	–	–
Cropland converted to Forest Land	28.425	13,59	691.595	26,46	2,11	8,05	27,74	267.035	25,41	29,27	38,76	479.315	2,00	22,83	26,57
Grassland converted to Forest Land	52.974	8,61	1.956.486	15,37	2,07	7,76	17,35	683.983	14,80	26,61	30,45	1.320.235	2,00	15,21	17,48
Settlements converted to Forest Land	28.967	13,32	1.223.087	20,90	2,00	6,83	22,08	429.918	20,93	25,24	32,79	826.502	2,00	18,54	22,83
Wetlands converted to Forest Land	16.469	15,92	454.997	28,42	1,04	6,65	29,21	167.610	28,31	17,95	33,52	311.303	2,00	23,26	28,18
Other Land converted to Forest Land	0	–	0	–	–	–	–	0	–	–	–	0	–	–	–
KP Aforestation	126.834	6,00	4.326.165	10,47	2,7	6,96	12,86	1.548.546	10,23	24,79	26,81	2.937.355	2,00	11,98	13,40
KP Deforestation	78.744	8,01	3.761.878	16,33	2,14	8,21	18,4	1.162.550	16,01	23,09	28,1	2.462.214	2,00	15,67	17,60

Tabelle 301: Gesamtfehlerbudget für die C-Vorrats- und C-Veränderungsschätzung der Biomasse in der Landnutzungskategorie Forest Land remaining Forest Land zwischen 2002 und 2008 in Deutschland

year	area		above-ground					below-ground				carbon		overall	
	[ha]	error [%]	biomass stock [t]	se [%]	vef [%]	rd [%]	error total [%]	biomass stock [t]	se [%]	root-shoot-ratio [%]	error total [%]	carbon stock [t]	carbon error [%]	error total [%]	error emission factor [%]
2002	10.548.814	0,74	1.896.308.201	2,01	1,76	7,14	7,63	540.084.766	1,98	19,15	19,25	1.218.196.483	2,00	7,58	7,62
2008	10.548.814	0,74	1.940.334.277	2,00	1,71	6,86	7,35	553.315.973	1,97	18,48	18,59	1.246.825.125	2,00	7,33	7,36
2002-2008	10.548.814	0,74	44.026.076	27,20	1,23	24,49	36,62	13.231.207	22,98	32,34	39,67	28.628.642	2,00	29,68	29,69

19.5.1.3 Entwaldungsflächen (Forest Land converted to Other Land)

19.5.1.3.1 *Beschreibung der Quellgruppe*

Die Waldflächen, die in eine andere Landnutzungsform umgewandelt wurden, zählen in die Kategorie Entwaldung und bleiben im Rahmen der Klimarahmenberichterstattung 20 Jahre und im Rahmen der Kyoto-Berichterstattung bis Ende der Verpflichtungsperiode 2012 in dieser Kategorie. Sie sind kleiner als die Neuwaldflächen, hatten aber vor der Umwandlung einen durchschnittlich höheren Biomassevorrat. Dieser wird bei der Umwandlung i. d. R. entfernt und gilt im Umwandlungsjahr als C-Emission.

Die aus Biomasseverlusten und der im jeweiligen Jahr seit 1987 errechneten Flächen abgeleiteten Emissionsfaktoren nehmen von 1990 bis 2009 kontinuierlich ab. Dies spiegelt jedoch keinen echten Trend wider, sondern ist ausschließlich darauf zurückzuführen, dass die Flächen nicht, wie in IPCC (2003) vorgesehen, auf 20 Jahre zurück, sondern erst seit 1990 getrennt nachgewiesen werden können und sich die Fläche hierdurch in jedem Berichtsjahr vergrößert.

Außer der Biomasse gehen bei Entwaldung auch die C-Vorräte in Totholz und Streu und ein Teil des Bodenkohlenstoffs verloren. Verbrennung von Biomasse bei der Umwandlung von Wald sowie Mineralisierungsprozesse beim Umbruch und der Umlagerung des Oberbodens können neben CO₂-Emissionen weitere Treibhausgasemissionen nach sich ziehen.

19.5.1.3.2 *Vorratsverlust der Entwaldungsflächen*

In dem Zeitraum von 1987 bis 2002 konnte in den alten Bundesländern und von 2002 bis 2008 in allen Bundesländern für diese Kategorie 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 7.2.4.1.3).

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 Waldfond 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 Gesamtvorrat im Jahr 2009 von ca. - 227,674 GgC verloren. Vereinfachend wurde angenommen, dass der C-Vorrat im Jahr der Umwandlung in die Atmosphäre emittiert wird.

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 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, mineralische und organische Böden hinzu. Bei allen Verlusten wird angenommen, dass sie im Jahr der Umwandlung als Emission emittiert werden. Eine Übersicht über die Kohlenstoffverluste bei Entwaldung ab 2008 gibt Tabelle 302. Angesichts der großen räumlichen Variabilität sowohl der Totholz-, als auch der Streu- und Bodenvorräte sind diese Angaben mit einer sehr großen Unsicherheit behaftet. Eine genauere Schätzung der

Emissionen wäre über eine Verknüpfung der von Entwaldung betroffenen BWI-Punkte mit Bodenkarten oder dem nächstgelegenen BZE-Punkt möglich.

Tabelle 302: Kohlenstoffvorratsverluste aus Biomasse (mit Biomasse der umgewandelten Fläche), Totholz, Streu und mineralischen & organischen Böden bei Entwaldung ab dem Jahr 2008

Pool	Kohlenstoffvorratsverlust [GgC]	
	2008	2009
Biomasse	-130,423	-127,323
Totholz	-22,642	-23,296
Streu	-135,262	-133,823
Mineralischer Boden	-3,860	-3,860
Organischer Boden	-1,278	-1,278
Summe	-293,465	-289,580

19.5.1.4 Ergänzende Informationen wie nach Artikel 7 Absatz 1 des Kyoto-Protokolls gefordert

19.5.1.4.1 *Vorgaben zur Waldbewirtschaftung und zu forstlichen Planungen nach dem Bundeswaldgesetz (BWaldG) und den Landeswaldgesetzen (LWaldG)*

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 wichtige 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 gewisse Grundhaltung erkennen, nämlich dass Wald bewirtschaftet werden soll. Eine gewisse Verbindlichkeit zur Bewirtschaftung von Waldflächen existiert damit für das gesamte Bundesgebiet⁸⁸. Aufgrund der drei Grundfunktionen lässt sich der Wald je nach übergeordneter Zielbestimmung grob in drei Kategorien einteilen: Nutzwald, Schutzwald und Erholungswald. Eine Bewirtschaftung soll grundsätzlich für alle Kategorien ordnungsgemäß und nachhaltig erfolgen. Je nach der Zweckbestimmung der Waldfläche unterscheidet sich die Bewirtschaftung. Ein Nutzwald, dessen oberstes Ziel die Holzproduktion ist, ist

⁸⁸ 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.

selbstverständlich anders zu bewirtschaften, als ein Schutzwald. Grundsätzlich sind jedoch alle Funktionen bei der Waldbewirtschaftung zu beachten, das heißt dass auch die Schutz- und Erholungsfunktionen in einem Nutzwald zu berücksichtigen sind (Vgl. v.a. § 4 (1) LWaldG Berlin⁸⁹, aber auch z.B. § 4 (2) WaldG Sachsen-Anhalt⁹⁰). In Deutschland findet in der Regel der integrierte Waldschutz statt (BMVEL, NWP, 2003). D.h. dass grundsätzlich nicht zwischen reinen Wirtschafts- und Schutzwäldern unterschieden wird, da die Schutzmaßnahmen in die Waldnutzung integriert werden. Nach der Definition der IPCC Good Practice Guidance LULUCF (2003) bzw. der Marrakesh Accords ist „Waldbewirtschaftung (...) ein System von Praktiken für die Behandlung/Pflege⁹¹ und Nutzung des Waldes, darauf abzielend relevante ökologische (einschließlich der biologischen Vielfalt), wirtschaftliche und soziale Funktionen des Waldes in nachhaltiger Weise zu erfüllen“⁹².

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 IPCC GPG LULUCF (2003) 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.

Weiterhin definiert IPCC die Waldbewirtschaftung 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 Insektenkalamitäten⁹³). 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-

⁸⁹ Soweit für den Wald besondere Funktionen räumlich festgelegt werden, sollen auch Maßnahmen geplant werden, die der Erfüllung der übrigen Funktionen des Waldes dienen.

⁹⁰ Die Umwelt, der Naturhaushalt und die Naturgüter sollen bei der Bewirtschaftung des Waldes erhalten und gepflegt werden. Die Vielfalt und natürliche Eigenart der Landschaft sollen berücksichtigt, ausreichende Lebensräume für die heimische Tier- und Pflanzenwelt erhalten oder wiederhergestellt und natürliche Erholungsmöglichkeiten erhalten und entwickelt werden.

⁹¹ Pflege auch in Def. der ordnungsgemäßen Forstwirtschaft enthalten, also sehr ähnliche Definition, Vgl. § 19 (1) Thüringer Waldgesetz „Ordnungsgemäße Forstwirtschaft ist eine Wirtschaftsweise, die nach den gesicherten Erkenntnissen der Wissenschaft und den bewährten Regeln der Praxis den Wald nutzt, verjüngt, pflegt und schützt. Sie sichert zugleich die ökonomische und ökologische Leistungsfähigkeit des Waldes und damit die Nachhaltigkeit seiner materiellen und immateriellen Funktionen.“

⁹² Original: “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.

⁹³ Außerdem zugelassen sind Maßnahmen zur naturverträglichen Walderschließung für Erholungszwecke und zur naturverträglichen Forschung.

und Wiederherstellungsmaßnahmen darzustellen sind⁹⁴ (z.B. in Schutzgebietsverordnungen oder Richtlinien, Vgl. z.B. § 23 (2) LWaldG MV). Weiterhin sind etwa 23% der Waldfläche Schutzgebiete, deren Schutzzweck aktiv durch Bewirtschaftungsmaßnahmen sichergestellt wird (MCPFE-Schutzkategorie 1.3), 56% entfallen auf Wälder, deren vorrangiges Ziel der Schutz von Landschaften und spezifischen Naturelementen ist (MCPFE-Schutzkategorie 2) und 34 % mit dem vorrangigen Ziel von Schutzfunktionen (MCPFE-Schutzkategorie 3). Bei den MCPFE-Schutzkategorien 1.3 bis 3 wird die Bewirtschaftung entsprechend dem Schutzzweck ausgerichtet. Diese Kategorien erfüllen damit die Vorgaben der Waldbewirtschaftung nach IPCC GPG LULUCF (2003). 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“⁹⁵. 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, so dass davon ausgegangen werden kann, dass für etwa $\frac{3}{4}$ der Waldfläche forstliche Betriebspläne (Wirtschaftspläne, Betriebspläne oder –gutachten) vorliegen (BMELV, 2009). Neben dieser betrieblichen Planung werden für den Wald zusätzlich im Rahmen der Landesplanung z.T. eigenständige forstliche Landschaftspläne (forstliche Rahmenpläne) aufgestellt⁹⁶. 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-Anhalt⁹⁷). 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 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 303 zu finden.

⁹⁴ Vgl. z.B. § 22 (1) BNatSchG.

⁹⁵ IPCC Good Practice Guidance LULUCF (2003) Kapitel 4.2.7.2, S. 4.62 f.

⁹⁶ 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.

⁹⁷ Festlegung von Maßnahmen in Betriebsplänen siehe § 5 (6) S. 3 LWaldG Schleswig-Holstein.

Tabelle 303: Zusammenstellung der Verpflichtung zur Waldbewirtschaftung, zur Aufstellung von Plänen und zur forstlichen Rahmenplanung aus den Waldgesetzen der Bundesländer

Legende:

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

X Vorgabe verbindlich (einschließlich soll)

[X] Vorgabe nur unter bestimmten Voraussetzungen (z.B. Mindestgröße) verbindlich

(X) Vorgabe optional / nicht verbindlich (kann)

19.5.1.4.2 Gegenüberstellung der internationalen und nationalen Definitionen der Waldbewirtschaftung

Internationale Definition nach IPCC GPG LULUCF (2003):

“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 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 mehren 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 denen der IPCC GPG LULUCF (2003) vergleichbar. Die Vorgabe, dass Wald unter Erfüllung ökologischer (einschließlich der biologischen Vielfalt), wirtschaftlicher und sozialer Funktionen in nachhaltiger Weise bewirtschaftet werden soll⁹⁸, 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 verwendet⁹⁹ (siehe Tabelle 304). 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“¹⁰⁰. 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

⁹⁸ 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.

⁹⁹ 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.

¹⁰⁰ Vgl. § 6 (1) LWaldG Ha; § 11 (1) LWaldG SL; § 17 SächsWaldG; § 4 (1) WaldG LSA; § 18 (1) ThürWaldG.

flächendeckend in den Gesetzestexten wieder. Auch das Erfordernis der Nachhaltigkeit wird sowohl durch das BWaldG, als auch durch die Landesgesetze erfüllt.

Tabelle 304: Gegenüberstellung der Waldfunktionen nach dem Bundeswaldgesetz und nach IPCC

Waldfunktionen nach BWaldG	Waldfunktionen nach IPCC
Nutzfunktion	Wirtschaftliche Funktionen
Schutzfunktion	Ökologische Funktionen
Erholungsfunktion	Soziale Funktionen

19.5.2 Ackerland, Grünland, Feuchtgebiete, Siedlungen und andere Flächen (5.B/5.C/5.D/5.E/5.F)

19.5.2.1 Landflächenverteilung und Zuordnung der Nutzungskategorien

Zur Ausweisung der Landnutzung, und Landnutzungsänderung in Deutschland wurde für das vorliegende Inventar erstmalig ein Mischansatz gewählt, der die Ergebnisse der Stichprobeninventur im Forstbereich (BWI, s. Kapitel 7.2) mit denen eines GIS-gesteuerten „wall to wall“ – Ansatzes für die Flächen außerhalb des Waldes verbindet. Außerdem wurden die Landnutzung und Landnutzungsänderungen für den Zeitraum 1990 – 2000 vollständig rekalkuliert. Einen Überblick über das deutsche Berichtssystem LULUCF geben Abbildung 46 und Abbildung 47 In Kapitel 7.1.

19.5.2.1.1 Verfahren

19.5.2.1.1.1 Stichprobeninventur

Eine Stichprobe ist eine Auswahl an Objekten, die stellvertretend für eine Grundgesamtheit Auskunft gibt. Von den Messungen bzw. Erhebungen einer Stichprobe wird auf die gesamte Grundgesamtheit geschlossen. Voraussetzung für ein statistisch aussagekräftiges Ergebnis ist, dass die Stichprobe einem repräsentativen Querschnitt der Grundgesamtheit entspricht. Für die Auswahl von Stichproben gibt es verschiedene Methoden. Für die Bundeswaldinventur wird beispielsweise ein systematisches Stichprobenverfahren verwendet. Weiterführende Informationen und eine ausführliche Beschreibung des Verfahrens finden sich im Kapitel 7.2.2.1.

19.5.2.1.1.2 Wall to Wall – Ansatz

Basierend auf GIS-Technologie wurden, zur Bestimmung und räumlichen Zuordnung der Landnutzungskategorien, flächendeckende digitale Kartenwerke bzw. Datensätze verwendet und durch Vergleich der Datensätze unterschiedlicher Jahre die Landnutzungsänderungen in Deutschland flächendeckend, georeferenziert ermittelt. Die erhaltenen Datensätze wurden mit Bodenkarten verschnitten und mit Daten der Officialstatistik verknüpft, um letztlich die Kohlenstoffvorratsänderungen im Boden und der Biomasse abschätzen zu können.

Die Verarbeitung der Datensätze erfolgte anhand des Datenbanksystems PostgreSQL mit aufgesetztem PostGIS-Modul, sowie mit dafür entwickelter eigener Scripte. Diese Vorgehensweise gewährleistet die Transparenz, Konsistenz, Vergleichbarkeit und Vollständigkeit des Systems und der Berechnungsvorgänge.

19.5.2.1.1.3 Datenquellen und deren Anpassung

Folgende Datenquellen wurden für die Erstellung der GIS-basierten Landnutzungsmatrizes verwendet:

- Basis-Digitales Landschaftsmodell des ATKIS® (AdV). Datensätze von 2000, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009
- Verwaltungsgrenzen-Datensatz 2005 des ATKIS®
- Digitale Bodenkarte von Deutschland 1:1.000.000 (BUEK 1000) (BGR 1997)
- Daten der deutschen Officialstatistik (*Statistisches Bundesamt*)
 - Bodennutzungshaupterhebung 1991, 1999, 2003, 2007
 - Ernteerhebung 1989 - 2008
 - Daten Kreisreform 2007

Die georeferenzierten Flächendaten aller Systeme wurden mittels der Datensätze der Verwaltungsgrenzen des ATKIS® (VG 250) normiert, um die Daten vergleichbar zu machen und miteinander verrechnen zu können.

Das Herzstück des Systems zur Ausweisung der Landnutzung und Landnutzungsänderungen im „wall to wall – Ansatz“ ist das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem (ATKIS®) Deutschlands der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder (AdV). Das ATKIS® beschreibt die Oberfläche Deutschlands mit Digitalen Landschafts- und Geländemodellen. Basis der digitalen Landschaftsmodelle und Grundlage der deutschen LULUC-Berichterstattung ist das Basis-Digitale Landschaftsmodell (Basis-DLM) des ATKIS®. „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 ¹⁰¹). 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 es, ein möglichst aktuelles und hochauflösendes Landschaftsmodell (Landbedeckung) für Deutschland zur Verfügung zu stellen, dessen Geometrien und Inhalte regelmäßig aktualisiert und erweitert werden. Die Erhebung der Daten erfolgt durch die Vermessungsverwaltungen der Bundesländer, jedoch nicht bundesweit zu einem Stichtag sondern fortlaufend. Somit werden neue Vermessungsergebnisse laufend an das BKG übermittelt und in das ATKIS® eingepflegt. Eine komplette Überarbeitung erfolgt auf Länderebene jeweils alle 5 Jahre, sonst nach

¹⁰¹ ATKIS® Objektartenkatalog (Aufruf 5.11.2010)URL:

http://www.atkis.de/dstinfo/dstinfo.dst_start?dst_oar=4101&inf_sprache=deu&c1=1&dst_typ=25&dst_ver=dst&dst_land=ADV

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 aus diesem Grunde der Berichterstattungsstelle erst seit 2005 auf jährlicher Basis vor. Durch einen Zufall konnte noch ein Datensatz aus der „Frühzeit“ des ATKIS[®] für das Jahr 2000 sichergestellt werden. Für die Jahre vor 2000 existieren keine ATKIS[®]-Daten.

19.5.2.1.1.4 Inkonsistenzen und Systemänderung

Für das Basisjahr 1990 und den Zeitraum bis zum Jahr 2000 existieren keine ATKIS[®]-Daten. Um diese Lücke zu füllen, wurde zur Erstellung der Landnutzungsänderungsmatrizes für diese Jahre an die ATKIS[®]-Daten angepasste Datensätze des CORINE Land Cover-Programms verwendet. Genauere Analysen der CORINE- und ATKIS[®] (BASIS-DLM)- Daten haben gezeigt, dass es, mit dem bestehenden GIS-System, aufgrund der vielfach größeren Ungenauigkeit und Auflösung der CORINE-Daten, unmöglich ist, eine konsistente Landnutzungsmatrix und Zeitreihe für die Jahre 1990 bis 2000, somit für den gesamten Berichtszeitraum zu erstellen. Die CORINE Landnutzungskarte ist nicht konsistent mit der Landnutzungskarte aus dem ATKIS (vergl. NIELAND 2009). Somit musste eine neue, konsistente Rekonstruktion der Landnutzung für die Jahre vor 2000 vorgenommen werden (siehe Kapitel 19.5.2.6).

Desweiteren ergaben sich Inkonsistenzen innerhalb der ATKIS-Datensätze, insbesondere den Forstbereich betreffend. Diese sind der Entwicklung und dem Aufbau des Systems geschuldet, der in drei Realisierungsstufen erfolgte (Vollendung der dritten Stufe im Jahr 2008). So kam es in der Weiterentwicklung des Datensatzes zunehmend zu einer verfeinerten Aufnahme und immer wieder auch zu technischen Korrekturen. Da der Datensatz des B-DLM fortlaufend aktualisiert wird und ältere Versionen nicht archiviert werden, wurden solche technischen Flächenänderungen systembedingt folgerichtig als Landnutzungsänderungen detektiert. Diese Landnutzungsänderungen durch technische Grenzänderungen können im Berichtssystem nicht von tatsächlichen Landnutzungsänderungen unterschieden werden, so dass systembedingte Artefakte und tatsächliche Landnutzungsänderungen miteinander berichtet wurden. Dies führte zu einer Überschätzung der Landnutzungsänderungen und Ungenauigkeiten, insbesondere im Forstbereich und dessen Übergang zu anderen Landnutzungskategorien. Im Rahmen der Kyotoberichterstattung ist dieser Bereich jedoch mit besonderer Akribie zu behandeln.

Insgesamt führte dies zu dem Schluss, das deutsche Berichtssystem LULUC komplett umzustellen, auf einen Ansatz mit Punktraster, in Anlehnung an die Stichprobeninventur der Forstberichterstattung (siehe Kapitel 19.5.2.6). Die Umstellung soll die

- Vereinheitlichung des deutschen Berichtssystems LULUCF
- Vermeidung von Artefakten durch Mischung unterschiedlicher Ansätze

- möglichst genaue und einheitliche Darstellung des gesamten Berichtszeitraumes, insbesondere auch für die Jahre 1990 – 2000
- Herstellung vollständiger Konsistenz zwischen KP- und UNFCCC-Berichterstattung

ermöglichen. Da für eine komplette Umstellung des Berichtssystems ein bis zwei Jahre benötigt werden, wurde für die vorliegende Submission auf die in Kapitel 19.5.2.1 beschriebene Zwischenlösung zurückgegriffen, die Ergebnisse der Stichprobeninventur im Forstbereich (BWI, s. Kapitel 7.2) mit denen des GIS-gesteuerten „wall to wall“ – Ansatzes für die Flächen außerhalb des Waldes verbindet.

Dabei werden alle Flächendaten, die in Verbindung mit Wald stehen - also „Wald bleibt Wald“ sowie Landnutzungsänderungen von anderen Landnutzungskategorien zu Wald und umgekehrt - den Ergebnissen der forstlichen Stichprobeninventur entnommen und als Fixum in die Landnutzungsänderungsmatrix aus dem wall to wall – Ansatz gesetzt.

Voraussetzung, um unter diesen Bedingungen konsistente Landnutzungsflächen zu erhalten, ist eine genau definierte und unveränderbare Landfläche für Deutschland. Diese wurde mittels des ATKIS®-Datensatzes der Verwaltungsgrenzen (VG 250), aus dem Jahre 2005, auf 357.796,3 km² festgelegt und die Flächen des B-DLM-Datensatzes anhand dieser Größe normiert.

19.5.2.1.1.5 Rekonstruktion der Landnutzung 1990

Die Rekonstruktion der Jahre von 1990 – 2000 erfolgte anhand der Ergebnisse der Landnutzungsänderungsmatrix, die mittels der B-DLM - Daten für die Jahre 2000 – 2005 erstellt wurde. Ausgehend von den Landnutzungsflächen im Jahr 2000 wurde mittels der Daten der Landnutzungsänderungsmatrix für ein Jahr die Landnutzung und deren Änderung bis zum Jahr 1990 rückrechnend rekonstruiert. Somit konnte die Konsistenz der Landnutzungsmatrices und der Zeitreihe hergestellt werden.

Tabelle 305 zeigt die so ermittelte Landnutzung für 1990 im Vergleich mit den Daten der Officialstatistik (Flächenerhebung und Bodennutzungshaupterhebung, den CORINE-Daten sowie dem bisher berichteten Datensatz, der eine Zusammenstellung aus Daten der Officialstatistik und des CORINE-Programmes darstellt, der mit ATKIS-Daten flächenkorrigiert wurde.

Tabelle 305: Vergleich der für eine Rekonstruktion der Landnutzung 1990 zur Verfügung stehenden Datensätze des CORINE-Programms und der Officialstatistik mit den für die Berichterstattung LULUCF rekonstruierten

Quellen	Forestland	Cropland	Grassland	Wetlands	Settlements	Other Land
Vergleichsdatsätze (Flächen in kha)						
CORINE	10.305,23	16.923,89	4.808,22	958,60	2.700,42	83,27
BOHE 1991		12.585,24	5.329,55			
FE 1992	10.435,57	19.543,25		780,09	4.702,57	245,23
Rekonstruktion (Flächen in kha)						
bisher	10.835,37	14.212,88	7.068,83	754,15	3.381,50	1,68
Neu	11.016,74	14.338,26	6.086,51	779,24	3.283,50	275,37

Abgesehen davon, dass für das Jahr 1990 in Deutschland kein konsistenter Datensatz vorliegt, zeigt Tabelle 305, dass das Ergebnis der Rekalkulation im Schwankungsbereich der für diesen Zeitraum vorliegenden Flächendaten liegt. Größere Unterschiede treten lediglich in der Settlement- und Other Land-Kategorie auf. Diese dürften jedoch im Wesentlichen, wie auch für die anderen Kategorien zutreffend, auf Zuordnungsprobleme bzw. Unterschiede in

den Definitionen dieser Klassen zurückzuführen sein. Abgesehen davon sind die Vergleichsdatenquellen aufgrund der Erhebungsalgorithmen (z.B. werden bei der Bodennutzungshaupterhebung nur Betriebe mit Flächen > 2 ha aufgenommen) und technisch bedingt (CORINE, Aufnahmemaßstab und Unterscheidung von Grün- und Ackerland) ebenfalls mit z.T. großen Unsicherheiten behaftet.

19.5.2.1.2 Ermittlung der Flächennutzungsänderung und nutzungsänderungsbedingten Flächenwanderung

Da die IPCC-Berichtskategorien Cropland, Forestland, Grasland, Wetlands, Settlements und Other Land in den Objektarten des Basis-DLM keine direkte Entsprechung finden, mussten die dort verwendeten ATKIS[®] - Kategorien den IPCC - Berichtskategorien jeweils zugeordnet und mittels GIS-Bearbeitung neue „IPCC-Shapefiles“ erstellt werden, die die Polygone gemäß IPCC-Berichtskategorien enthalten (s. Tabelle 306). Hierzu wurde das PostgreSQL-Datenbanksystem mit PostGis eingesetzt. Die umfangreichen GIS Bearbeitungen wurden mittels selbst entwickelter Skripte, die in SQL abgefasst wurden, gesteuert. Die Bearbeitung der GIS-Datensätze erfolgte flächendeckend für ganz Deutschland in einem Berechnungsschritt. Aufgrund dieser Vorgehensweise sind die Vorgänge zur Manipulation der Datensätze transparent, konsistent und vergleichbar.

Bezüglich der Zuordnung von Objektarten zu den einzelnen Landnutzungskategorien wurden für die Submission 2011 einige Änderungen vorgenommen, die es notwendig machten, den gesamten Datensatz bis 1990 zu rekalkulieren. Tabelle 306 zeigt die Zuordnung der ATKIS[®] - Objektarten zu den IPCC_Landnutzungskategorien. Folgende Objektarten wurden gemäß GPG (2003) folgenden IPCC-Landnutzungskategorien neu zugeordnet: Die Kategorie „4108 Gehölze“ von Wald bzw. Sonstigem Land zu Grünland; die Kategorien „4110 Brachland“ und „4198 Schneise“ von Sonstigem Land zu Siedlung.

Tabelle 306: Zuordnung von Hauptobjektartenschlüsselnummern und Attributen des ATKIS® zu den IPCC-Landnutzungskategorien

ATKIS Objektartenkatalog		
Objektnummer	Objektyp	Beschreibung/Attribute n. ATKIS Objektartenkatalog
IPCC-Kategorie: Wald		
4107	Wald	Laub-, Nadel- und Mischwald
IPCC-Kategorie: Ackerland		
4101	Ackerland	Fläche für den Anbau von Feldfrüchten (z.B. Getreide, Hülsenfrüchte, Hackfrüchte) und Beerenfrüchten (z.B. Erdbeeren)
4103	Gartenland	Fläche für den Anbau von Gemüse, Obst und Blumen sowie die Aufzucht von Kulturpflanzen
4109	Sonderkultur	Fläche zum Anbau bestimmter Pflanzen (z.B. Hopfen, Wein, Obstgärten).
IPCC-Kategorie: Grünland		
4102	Grünland	Wiesen, Weiden, Verkehrsbegleitgrün
4104	Heide	
4108	Gehölze	Fläche, die mit einzelnen Bäumen, Baumgruppen, Büschen, Hecken und Sträuchern bestockt ist.
IPCC-Kategorie: Feuchtgebiete		
4105	Moor, Moos	Unkultivierte Fläche, deren obere Schicht aus vertorften oder zersetzten Pflanzenresten besteht.
4106	Sumpf, Ried	Wassergesättigtes, zeitweise unter Wasser stehendes Gelände.
2121	Bergbaugebiet	nur Torfabbauflächen
5100	Gewässer	z.B. Stauseen, Speicherbecken, veränderliche Ufer
IPCC-Kategorie: Siedlungen		
2100-2135	Baulich geprägte Flächen	Im Zusammenhang bebaute Fläche mit einer Ausdehnung von mindestens etwa 10 ha oder 10 Anwesen.
2201	Sportanlage	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'.
2202	Freizeitanlage	Fläche mit Bauwerken und Einrichtungen, die zur Freizeitgestaltung bestimmt ist. Freizeitanlagen umfassen 'Freilichttheater', 'Freilichtmuseum', 'Schwimmbad, Freibad', 'Zoo', 'Freizeit-, Safaripark, Wildgehege' und 'Autokino, Freilichtkino'.
2213	Friedhof	
2227	Grünanlage, Park	Größere Anlage mit Bäumen, Sträuchern, Rasenflächen, Blumenrabatten und/oder Wegen, die vor allem der Erholung und Verschönerung des Stadtbildes dient.
2228	Campingplatz	
2300 – 2352	Bauwerke und sonstige Einrichtungen	
3100 – 3205	Strassen- und Schienenverkehr	
3301	Flughafen	
3302	Flugplatz	
3400 – 3543	Schiffsverkehr sowie Anlagen und Bauwerke für Transport, Verkehr und Kommunikation	z.B. Hafen, Sendemasten, Brücken, Tunnel, Anleger
4110	Brachland	Flächen, die seit längerem nicht mehr nach ihrer ursprünglichen Zweckbestimmung genutzt werden.
4198	Schneise	
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.
4199	Fläche z.Z. unbestimmbar	Fläche, deren Merkmale hinsichtlich der Zuordnung zu den Objektarten gegenwärtig nicht bestimmt werden können.

Mittels komplexer Berechnungsvorgänge, wurden jeweils für einen Jahrgang ATKIS®-Daten die Landnutzung innerhalb der IPCC-Kategorien (versehen mit dem deutlich differenzierteren Objektartenschlüssel des ATKIS®) ausgewiesen. Diese Polygon Datensätze wurden dann mit den ebenfalls georeferenzierten Datensätzen der BÜK 1000 verknüpft. Dadurch kann jeder Landnutzungsfläche die zugehörige Bodenassoziation mitsamt ihrer Eigenschaften zugeordnet werden.

Zur Ermittlung der Landnutzungsänderungen wurden diese Daten mit den gleichermaßen aufbereiteten Daten des Folgejahrgangs überschritten (Intersection). Ergebnis dieses Schrittes ist die Auslese all der Flächen, bei denen sich die Landnutzung zwischen Ausgangs- und Folgejahr unterscheidet, somit eine Landnutzungsänderung stattgefunden hat. Tabelle 307 zeigt die potentiell möglichen Landnutzungsänderungen und deren Zuordnung in die entsprechenden IPCC-Kategorien und Subkategorien. Ausgeschlossen sind nach Reglement Landnutzungsänderungen innerhalb der Kategorie „Sonstiges Land“, da dieses per Definition „unmanaged“ ist. Auch ist eine Landnutzungsänderung von „managed“ zu „unmanaged“ Flächen nicht erlaubt. Da das ATKIS Landnutzungsänderungen hin zu Sonstigem Land ausweist, wurde in jeder Landnutzungskategorie unter „Kategorie bleibt Kategorie“ eine Subkategorie eingeführt, in der diese Landnutzungsänderungen dokumentiert werden.

Tabelle 307: Zuordnung möglicher Landnutzungsänderungen zu den IPCC-Kategorien und Subkategorien

Cropland:	
Initial	Final
Cropland remaining Cropland	
4101/4103	4109
4109	4101/4103
4101/4103/4109	4120/4199
Forestland converted to cropland	
BWI	BWI (ratio 4101/4103/4109 adapted to BWI cropland area)
Grassland converted to cropland	
4102/4104/4108	4101/4103/4109
Wetlands converted to cropland	
4105/4106/2121/5100	4101/4103/4109
Settlements converted to cropland	
2100 - 3543/4110/4198	4101/4103/4109
Other land converted to cropland	
4120/4199	4101/4103/4109
Grassland	
Initial	Final
Grassland remaining Grassland	
4102/4104	
4108	4102/4104
4102/4104/4108	4120/4199
Forestland converted to grassland	
BWI	BWI (ratio 4102/4104/4108 adapted to BWI grassland area)
Cropland converted to grassland	
4101/4103/4109	4102/4104/4108
Wetlands converted to grassland	
4105/4106/2121/5100	4102/4104/4108
Settlements converted to grassland	
2100 - 3543/4110/4198	4102/4104/4108
Other land converted to grassland	
4120/4199	4102/4104/4108
Wetlands	
Initial	Final
Wetlands remaining Wetlands	
4105/4106/5100	2121
2121	4105/4106/5100
2121/5100	4105/4106
4105/4106	2121/5100
5100	4105/4106/2121
4105/4106/2121	5100
Forestland converted to wetlands	
BWI	BWI (ratio 4105/4106/2121/5100 adapted to BWI wetlands area)
Cropland converted to wetlands	
4101/4103/4109	4105/4106/2121/5100
Grassland converted to wetlands	
4102/4104/4108	4105/4106/2121/5100
Settlements converted to wetlands	
2100 - 3543/4110/4198	4105/4106/2121/5100
Other land converted to wetlands	
4120/4199	4105/4106/2121/5100
Settlements	
Initial	Final

Settlements remaining settlements	
2100-2135	2201 – 3543 / 4110/4198
2201	2100 – 2135 / 2202 – 3543 / 4110 / 4198
2202	2100 – 2135 / 2201 / 2213 – 3543 / 4110 / 4198
2213	2100 – 2202 / 2227 – 3543 / 4110 / 4198
2227	2100 – 2213 / 2228 – 3543 / 4110 / 4198
2228	2100 – 2227 / 2230 – 3543 / 4110 / 4198
2300 – 2352	2100 – 2228 / 3100 – 3543 / 4110 / 4198
3100 - 3205	2100 – 2352 / 3301 - 3543 / 4110 / 4198
3301	2100 – 3205 / 3302 - 3543 / 4110 / 4198
3302	2100 – 3205 / 3301 / 3400- 3543 / 4110 / 4198
3400 – 3543	2100 – 3302 / 4110 / 4198
4110	2201 – 3543 / 4198
4198	2201 – 3543 / 4110
Forestland converted to settlements	
BWI	BWI (ratio 2100 – 3543/4110/4198 adapted to BWI settlements area)
Cropland converted to settlements	
4101/4103/4109	2100 – 3543/4110/4198
Wetlands converted to settlements	
4105/4106/2121/5100	2100 – 3543/4110/4198
Grassland converted to settlements	
4102/4104/4108	2100 – 3543/4110/4198
Other land converted to settlements	
4120/4199	2100 – 3543/4110/4198
Other lands	
4120	Area without vegetation
4199	Area undefined

Für die Jahre 2006, 2007, 2008 und 2009 erfolgte die Ermittlung der Landnutzung und Landnutzungsänderung auf jährlicher Basis. Bedingt durch die Verfügbarkeit von Daten, mussten der Zeitraum 2000 – 2005 zusammengefasst bearbeitet werden.

Durch Intersektion der Landnutzungskarten mit der Bodenkarte konnte über die Differenzbildung im Kohlenstoffvorrat der so ermittelten mineralischen Böden, bzw. über die Leitbodenassoziation festgestellte Zugehörigkeit zu organischen Böden, die Kohlenstoffemission bzw. –einbindung abgeleitet werden.

Auch die hierzu notwendigen Berechnungs- und Zuordnungsvorgänge wurden unter Verwendung eigens dafür entwickelter Programmscripte durchgeführt, um Manipulationsfehler zu minimieren und die Transparenz und Vergleichbarkeit der Vorgehensweise zu gewährleisten. Zur Übermittlung der Ergebnisse in das ZSE, wurden diese letztlich im Excel-Format zusammengefasst.

19.5.2.1.3 Fläche organischer Böden

Die Fläche und Verteilung der organische Böden wurde mittels der Bodenübersichtskarte im Maßstab 1:1.000.000 (BUEK 1000) georeferenziert ausgewiesen. Herangezogen wurden die Leitbodenassoziationen 6 und 7, überwiegend Nieder- und Hochmoore. Diese sind nach der deutschen Bodenkundlichen Kartieranleitung (Arbeitsgruppe Boden 2005) definiert als Böden aus Torfen, mit einem Anteil an organischer Substanz > 30 Masse-% und einer Mächtigkeit > 30 cm. Diese Ausweisung greift zu kurz, da die IPCC – Definition für organische Böden sich an der WRB - Definition orientiert (FAO, 1998) und diese deutlich weiter gefasst ist, als die deutsche Begriffsbestimmung für organische Böden nach KA 5 (Arbeitsgruppe Boden 2005). Andererseits enthalten die Leitbodenassoziationen 6 und 7 auch Anteile von Mineralböden, sogenannter Begleitgesellschaften, so dass die Gesamtfläche der organischen Böden besser

abgebildet wird als die räumliche Verteilung. Da entsprechende digitale und analoge Bodenkarten fehlen, ist derzeit eine genaue Ausweisung von organischen Böden nach IPCC-Definition für Deutschland nicht möglich. Die Ausweisung der organischen Böden ist daher möglicherweise nicht vollständig. Mittels des Projektes „Organische Böden“ soll bis 2013 im Maßstab 1:200.000 eine an die IPCC-Definition angepasste, georeferenzierte Karte der organischen Böden Deutschlands erarbeitet werden.

Die georeferenzierte Zuordnung der Landnutzung zu den organischen Bodenflächen erfolgte für die Jahre 2000 – 2009 durch Intersection der Flächen der Leitbodenassoziationen 6 und 7 aus der BÜK 1000 mit den ATKIS[®]-Daten zur Landnutzung des jeweiligen Jahres. Die Zuordnung für die Jahre 1990 bis 1999 erfolgte proportional zu den Anteilen der Flächen organischer Böden an den Landnutzungsänderungen im Zeitraum 2000 – 2005.

19.5.2.2 Ermittlung der Kohlenstoffvorräte und deren Veränderungen infolge von Landnutzungsänderungen

Die räumliche Verteilung der Bodengesellschaften in Deutschland steht derzeit als digitale Bodenkarte 1: 1.000.000 (BUEK 1000) zur Verfügung. Die Bodenkarte beruht auf der proportionalen Zuordnung von diskreten (an Einzelpunkten in der Landschaft gewonnenen) Profilinformatoren zu Flächeneinheiten (Polygonen) der Karte. Die Profile liefern quantitative Informationen zu einer Vielzahl gemessener Kenngrößen. Diese waren Grundlage zur Abschätzung der Kohlenstoffvorräte der landwirtschaftlichen Böden. Zur Berechnung wurden der Karte bzw. Legende die konkrete Maßzahl für den C_{org} -Gehalt, die Humus-, Rohdichte- und Skelettklassen sowie die Profilbeschreibung und Horizontierung des jeweiligen Leitprofils der 71 Leitbodeneinheiten entnommen. Ausgehend von diesen Daten wurde unter Annahme, dass die der Karte entnommenen Werte repräsentativ für die gesamte Legenden/Karteneinheit sind, die Berechnung der C_{org} -Vorräte vorgenommen. Hierfür wurden die C_{org} -Gehalte mit den jeweiligen Rohdichten und Horizontmächtigkeiten multipliziert und anschließend der Skelettanteil abgezogen. Die Horizontvorräte wurden bis 30 cm Tiefe addiert. Die Spannweite der Kohlenstoffvorräte wurde über die Angaben in der jeweiligen Legenden/Karteneinheit nach KA 4 (ARBEITSGRUPPE BODEN, 1994) ermittelt. Es wurde nach o.a. Algorithmus ein Minimalwert (je nach Klasse geringst möglicher C_{ORG} -Gehalt, geringst mögliche Lagerungsdichte, maximaler Skelettgehalt) und Maximalwert (je nach Klasse maximaler C_{ORG} -Gehalt, maximale Lagerungsdichte, minimaler Skelettgehalt) berechnet. Die dadurch ermittelte Spannweite (Range) ist das Maß für die potentielle Streuung der Ergebnisse.

Die Zuordnung der einzelnen Bodeneinheiten zu den einzelnen Polygonen der jeweiligen Landnutzungseinheiten erfolgte mittels eines GIS. Verschnitten wurde die BUEK 1000 mit den Polygonen der Kreisgrenzen, den ATKIS[®]- bzw. CORINE Landcover – Datensätzen. Für jeden der so entstandenen Polygone wurde der Kohlenstoffvorrat bis 30 cm Tiefe berechnet.

19.5.2.3 Veränderungen der Kohlenstoffvorräte in Boden und Biomasse

19.5.2.3.1 Ableitung der EF für den Mineralboden infolge Landnutzungsänderung

Die Emissionsfaktoren für die C-Vorratsänderung im Boden infolge unterschiedlicher Nutzung wurden aus der Literatur abgeleitet. Hierzu wurden zahlreiche Arbeiten, darunter einige Reviews ausgewertet. Aus diesen Arbeiten wurden die Untersuchungen herausgegriffen, in denen die Kohlenstoffvorräte nach Landnutzungsänderung direkt

untersucht wurden, oder zumindest aus den Veröffentlichungen ableitbar waren. Von diesen Studien wurden wiederum nur diejenigen zur Ableitung der EF herangezogen, die bezüglich Boden, Klima und anderen Randbedingungen (z.B. ca. 30cm Bodentiefe) annähernd vergleichbare Verhältnisse aufweisen, wie für die deutsche Berichterstattung erforderlich (ANKEN et al., 2004; BLANK & FORSBERG, 1989; BOUMA & HOLE 1971; BOWMAN et al., 1990; BURKE et al., 1995; BUYANOVSKY et al., 1987; CAMBARDELLA & ELLIOT., 1992 & 1993; CAMPBELL et al,1989; CHAN AND MEAD, 1988; CONANT et al., 2001; DAVIDSON & ACKERMANN, 1993; DEGRYZE et al., 2004; FRANZLUEBBERS et al., 1999; FRANZLUEBBERS et al, 2000; GEBHART et al, 1994; GUO & GIFFORD, 2002; HART et al, 1988; HORNE et al., 1992; IHORI et al., 1995; JASTROW & LUSSENHOP, 1998; LARIONOVA et al., 2003; LAWS & EVANS, 1949; LIEBIG et al., 2004; MANN, 1986; MARTENS et al., 2003; MURTY et al., 2002; POST & KWON, 2000; POTTER et al., 1999; REEDER et al., 1998; ROSS AND HUGHES, 1985; SKEMSTAD et al., 1994; TIESSEN et al., 1982; VORNEY et al., 1981 usw.)

Trotz starker Streuung der absoluten Ergebnisse, stützt die Literatursichtung die kolportierte Tendenz, dass die Umwandlung von Grünland in Acker zu Kohlenstoffvorratsverlusten im Boden führt, umgekehrt die Umwandlung von Acker in Grünland eine Kohlenstoffanreicherung nach sich zieht. Nichtsdestotrotz finden sich für beide Fälle auch Ergebnisse, die das Gegenteil zeigen. Das weit reichende Spektrum der Ergebnisse macht eine Auswertung nicht einfach, obschon durch einfache oder multiple Regressionen sehr enge Beziehungen gefunden werden können ($r^2 > 0,9$), die jedoch inhaltlich wenig plausibel sind und im 95 % - Konfidenzintervall immer die 0 einschließen.

Aus dem Review ergeben sich die in Tabelle 308 aufgeführten nationalen Emissionsfaktoren, die die Gesamtänderung des Bodenkohlenstoffs darstellen. Diese werden vollständig nur für das Jahr der Konversion in Anrechnung gebracht und nur für den Teil der Rahmenkonvention. Ursachen hierfür sind:

1. fachliche Gründe: Die Ergebnisse des o.a. Review sowie die von POEPLAU et al. (2011) zeigen, dass die Übergangszeiten von einem Landnutzungstyp zu einem anderen je nach Endnutzung unterschiedlich sind; so wären 20 Jahre bei einer Landnutzungsänderung hin zu Ackerland zu lang, für die Konversion von Ackerland zu Grünland zu kurz. Insgesamt ist das System durch eine starke Asymmetrie gekennzeichnet und die Ergebnisse sind mit sehr hohen Unsicherheiten bezüglich der Richtung der Kohlenstoffvorratsänderung und der Übergangszeit behaftet.
2. Technische Gründe: Die Nachverfolgung der Kohlenstoffvorratsänderungen auf vielen Millionen Einzelflächen, über 20 Jahre, bedingt einen unangemessen hohen Aufwand bezüglich der damit verbundenen IT-technischen Datenverarbeitung, -haltung und -pflege.

Tabelle 308: Prozentuale Kohlenstoffvorratsänderung im ersten Jahr nach Landnutzungsänderung

Initial\Final	Forest	Crop _{an.}	Crop _{peran.}	Grass	Wetland	Settle- ment	Other Land
Forest		-30,43	-15,21	k.V.	15,56	k.V.	k.V.
Crop _{an.}	15,56		7,78	15,56	15,56	k.V.	k.V.
Crop _{peran.}	7,78	-15,21		7,78	15,56	k.V.	k.V.
Grass	k.V.	-30,43	-15,21		15,56	k.V.	k.V.
Wetland	k.V.	-30,43	-15,21	k.V.		k.V.	k.V.
Settlement	k.V.	-30,43	-15,21	k.V.	15,56		k.V.
Other Land	k.V.	-30,43	-15,21	k.V.	k.V.	k.V.	

k.V.: keine Veränderung; an.: annual; peran.: perannual

Die Zuordnung dieser Faktoren zu den Landnutzungsänderungsflächen sowie die Berechnung der Veränderung der Kohlenstoffvorräte erfolgt mittels eines Programmscripts. Mit diesem werden die Veränderungen im Kohlenstoffvorrat des Bodens für jedes Änderungspolygon berechnet, in Abhängigkeit von der über den Objektartenschlüssel des ATKIS[®] codierten Landnutzung vor und nach der Nutzungsänderung. Die so für einzelne Polygone durch Subtraktion „nachher – vorher“ ermittelten Kohlenstoffvorratsänderungen werden dann wiederum in Abhängigkeit von der Art der Landnutzungsänderung auf Bundesebene summiert, den entsprechenden Berichtskategorien nach CRF zugeteilt und als zu berichtende Summe für die jeweilige Kategorie ausgegeben. Dadurch ist eine Gleichbehandlung der Daten über die Jahre, somit die Transparenz, Konsistenz und Vergleichbarkeit gewährleistet.

19.5.2.3.2 Ableitung der Berechnungsgrößen (Emissionsfaktoren) für Biomasse

19.5.2.3.2.1 Forst, Dauerkulturen, Feuchtgebiete und Gehölze im Siedlungsbereich

Der Abschätzung der Kohlenstoffvorräte in der Waldbiomasse wurde der für Deutschland ermittelte Durchschnittswert für Entwaldungsflächen der Bundeswaldinventur für das jeweilige Berichtsjahr zugrunde gelegt. (Methodik und Herleitung s. Kapitel 7.2.4.1 und 11.3.1.1.1).

Tabelle 309: Mittlerer Kohlenstoffvorrat in der Waldbiomasse der Entwaldungsflächen für die jeweiligen Berichtsjahre (Wert ist die Summe aus ober- und unterirdischer Biomasse sowie Totholz und Streu)

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
[Mg C/ha]	59,516	59,404	59,291	59,179	59,066	58,954	58,841	58,729	58,616	58,504
Jahr	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
[Mg C/ha]	58,391	58,279	55,941	55,828	55,716	55,603	55,491	55,378	55,266	55,153

Für verholzte Dauerkulturen (z.B. Wein, Obst), als auch für Gehölze im Siedlungsbereich kam der Defaultfaktor der IPCC (63 t/ha; GPG-LULUCF 2003) zur Anwendung. Für die Biomasse von Feuchtgebieten wurde durch Expert-Judgement der Kohlenstoffvorrat in der Biomasse auf 30 t/ha festgelegt.

19.5.2.3.2.2 Grünland und nicht perennierende Ackerkulturen:

Auf Basis der Ergebnisse der Bodennutzungshaupterhebungen, der Ernteschätzungen und von Literaturwerten wurden für Grünland und nicht perennierende Ackerkulturen Emissionsfaktoren für den Kohlenstoffvorrat der ober- und unterirdischen Biomasse abgeleitet. Die Berechnung erfolgte auf Kreisniveau für Weizen, Roggen, Wintergerste, Sommergerste, Hafer, Tricitale, Silomais, Futterpflanzen (Klee, Luzerne, Lupinie, Gras),

Kartoffeln, Zuckerrüben, Handelsgewächse (überwiegend Raps) und Gras. Der Bodennutzungshaupterhebung 1999, 2003, 2007 und der Ernteerhebungen 2000 – 2008 (*Statistisches Bundesamt*) entstammen dabei die Werte für die Anbauflächen der einzelnen Fruchtarten (ha) und die Ernteerträge (t/ha). Vereinzelt fehlende Angaben bezüglich der Ernteerträge in einzelnen Kreisen wurden durch die Jahresdurchschnittswerte für das jeweilige Bundesland aus den entsprechenden Tabellen der Officialstatistik, bzw. für Deutschland aus dem Statistischen Jahrbuch (BMVEL, 2003, 2007) ersetzt. Durch Multiplikation der Anbaufläche mit den Ernteerträgen wurde die Biomasse in t/Kreis ermittelt. Die in der BOHE angegebenen Massen der Ernteerträge wurden um den Restwassergehalt korrigiert. Für Getreide wurde ein Restwassergehalt von 14 % angenommen, für Silomais 28 %, für Kartoffeln 78 % und Zuckerrüben 77 %.

Die Biomasse von Stroh, Blatt und Kraut sowie die Wurzelmasse wurde mittels Faktoren (Stroh: Stroh / Kornverhältnisse; Wurzel: Wurzel-Stoppel / Kornverhältnisse) bzw. dimensionierten Größenangaben aus den Ernteerträgen berechnet (Tabelle 310).

Tabelle 310: Faktoren bzw. dimensionierte Größenangaben zur Ermittlung der Gesamtbiomasse von Pflanzen aus den Ernteerträgen.

	Stroh	Blatt/Kraut	Wurzeln
Weizen	1,2		0,24
Roggen	1,7		0,34
Wintergerste	1,05		0,32
Sommergerste	1,05		0,21
Hafer	1,4		0,35
Futterpflanzen			4,22
Tricitale	1,7		0,30
Raps	1,9		0,40
Silomais	1		0,06
Kartoffeln		0,4 t/ha	0,11
Zuckerrüben		0,8 t/ha	0,06

Quellen: Die Landwirtschaft 1998; FISCHER 1988; OEHMICHEN 1990; RUHR-STICKSTOFF AG 1985

Der Biomassebestimmung von Grünland liegen die Ernteerträge der jeweiligen Bundesländer auf jährlicher Basis zugrunde. Es wurde davon ausgegangen, dass die Erträge mittels dreier Schnitte gewonnen wurden. Zur Ermittlung der Gesamtbiomasse wurden die Ernteerträge durch drei dividiert (aufgrund der Schnitte) und der Wert dieses Quotienten mit einem Faktor 4,2 multipliziert, da der unterirdische Anteil der Biomasse bei Gräsern ca. 80 % der Gesamtmasse beträgt. Die Summe aus diesem Wert und dem Grünlandertrag bildet die Gesamtbiomasse „Grünland“ pro Flächeneinheit.

Für die Berechnung des Kohlenstoffvorrats der Biomasse wurde ein durchschnittlicher Kohlenstoffgehalt derselben von 45 % angenommen (Kohlenstoffgehalte einzelner Pflanzenteile und Pflanzenarten 37 – 60 %, ganze Pflanze 44 – 48 % (OSOWSKI et al., 2004)). Die Summe aller Parameter bildet den Kohlenstoffvorrat der gesamten Biomasse der landwirtschaftlichen Fläche auf Kreisebene. Da für die einzelnen Flächen im ATKIS® nur die Nutzung aber nicht die angebaute Frucht nachgewiesen wird, musste ein landkreisspezifischer durchschnittlicher Kohlenstoffvorrat der Biomasse (in t/ha) ermittelt werden, der als EF_{initial} allen weiteren Berechnungen im Zusammenhang mit Landnutzungsänderungen für das jeweilige Jahr zugrunde liegt. Für die Ermittlung desselben wurden die Biomassegesamtvorräte eines Kreises durch die Ackerfläche dividiert. Die Berechnung der Biomasse erfolgte gemäß IPCC GPG LULUCF (2003) mittels eines dafür entwickelten Programmscripts. Das Programm ordnet den jeweiligen Polygonen in

Abhängigkeit vom Nutzungsschlüssel die Biomassefaktoren vor und nach der Landnutzungsänderung zu, berechnet den Biomassekohlenstoffvorrat vor (decrease) und nach (increase) der Nutzungsänderung, bildet die Differenz, summiert die Ergebnisse auf Bundesebene in Abhängigkeit von Nutzungsänderung und gibt die Ergebnisse in den jeweiligen CRF – Kategorien aus. Dadurch sind auch hier Transparenz, Konsistenz und die Vergleichbarkeit über die Jahre gewährleistet.

Die Minimal- und Maximalwerte für den Kohlenstoffvorrat in der Biomasse unterschiedlicher Landnutzungstypen sind in Tabelle 311 aufgeführt. Es werden jährlich 15 verschiedene Faktorenklassen gebildet, die nach regionaler Aufspaltung aus bis zu 439 dimensionierten Faktoren (ein Faktor je Nutzungskategorie je Landkreis für Acker und Grünland) bestehen. Diese werden nach Tabelle 312 den entsprechenden Landnutzungskategorien zugeordnet.

Tabelle 311: Faktorenklasse sowie Minimal- und Maximalwert der dimensionierten Faktoren ($t\ C\ ha^{-1}$) zur Ermittlung des Kohlenstoffvorrats in der Biomasse von 1990 – 2009

Faktorenklasse	Minimal- und Maximalwert 1990 – 2009 Faktor in $t\ C\ ha^{-1}$	Kommentar
EF 1	55,13 – 59,51 $t\ C\ ha^{-1}$	BWI Durchschnitt
EF 2	2,25 – 28,2 $t\ C\ ha^{-1}$	Kreisspezifische, gewichtete Werte (pro Jahr: n = 439)
EF 3	50 % EF 2 + EF 5	Expert judgement
EF 4	2,8 - 11,83 $t\ C\ ha^{-1}$	Länderspezifische Mittelwerte(pro Jahr: n = 13)
EF 5	63 $t\ C\ ha^{-1}$	IPCC default
EF 6	30 $t\ C\ ha^{-1}$	Expert judgement
EF 7	10 % EF 2 + 40 % EF 5	Expert judgement
EF 8	30 % EF 2 + 50 % EF 5	Expert judgement
EF 9	40 % EF 2 + 10 % EF 5	Expert judgement
EF 10	50 % EF 2 + 20 % EF 5	Expert judgement
EF 11	20 % EF 2 + 40 % EF 5	Expert judgement
EF 12	20 % EF 2 + 30 % EF 5	Expert judgement
EF 13	40 % EF 2	Expert judgement
EF 14	70 % EF 2	Expert judgement
EF 15	20 % EF 2 + 20 % EF 5	Expert judgement

Tabelle 312: Zuordnung der Emissionsfaktorenklasse für Biomasse zu den in den IPCC-Landnutzungskategorien zusammengefassten Objektarten des ATKIS

ATKIS Object Type Catalogue			
Object	Object type	Description/Attributes compendiously	eEF-
Forest land			
4107	Forest	Deciduous, coniferous and mixed forests	EF 1
Cropland:			
4101	Cropland	Area for the cultivation of field crops	EF 2
4103	Horticultural land	Area for the cultivation of vegetables, fruits and flowers (no gardens)	EF 2
4109	Specialized cultivation	Vineyards, orchards, hops fields, tree nurseries.	EF 3
Grassland			
4102	Grassland	Meadows, pastures, roadside greenery	EF 4
4104	Heath		EF 4
4108	Wood	Area with shrubs, single trees, groups of trees, hedges and hedgerows (which are not falling under the forest definition)	EF 5
Wetlands			
4105	Peat bogs and fens	Area with peat soils	EF 6
4106	Swamp and reed	Area, which is water saturated and temporarily inundated	EF 6
2121	Mining plant	Area for peat extraction	/
5100	Waters	Lakes, water reservoir, ponds	/
Settlements			
2100-2135	Structurally modified areas	mainly residential areas and industries	EF 15
2201	Sports facilities		EF 10
2202	Recreational facilities		EF 11
2213	Cemetaries		EF 9
2227	Greenswards/parks		EF 8
2228	Camping areas		EF 12
2300 – 2352	Buildings and other facilities		/
3100 – 3205	Roads and railways		/
3301	Airports		EF 13
3302	Airfields		EF 14
3400 – 3543	Ship-transport infrastructure and related facilities		/
4110	Fallow land	Area not used for original purpose for a longer time	/
4198	Glades		/
Other lands			
4120	Area without vegetation		/
4199	Area undefined		/

19.5.2.4 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 kohlenaurer, 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). Da die Unternehmen eine gesetzliche Auskunftspflicht haben, ist die Datensammlung vollständig. Die Daten geben keine direkten Informationen über die jährliche Nutzung von Düngern in Land- und Forstwirtschaft. Daher können die Angaben weder bezüglich der Ausbringungsart (Dolomit bzw. Kalk) noch bezüglich des Ausbringungsortes differenziert werden. Aufgeführt wird

lediglich die Düngermenge der Gesamtsumme an Kalken, die der Forstwirtschaft veräußert wurde.

Unterschiede zwischen tatsächlicher Ausbringung und Verkaufsmengen können auftreten wegen

- Änderungen in Handelslagerbeständen
- Nutzung des Düngers außerhalb der Land- und Forstwirtschaft, d.h. auf Privatflächen, Gärten, Sportanlagen.

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.

19.5.2.5 Bestimmung der N₂O – Emissionen nach Konversion in Ackerland

Die Bestimmung der N₂O-Emissionen nach Konversion anderer Nutzungsformen in Ackerland erfolgte gemäß IPCC-GPG (2003). Hierfür wurden die für die einzelnen Polygone ermittelten Kohlenstoffvorratsänderungen durch die C/N – Verhältnisse der entsprechenden Böden dividiert, so die Veränderungen im Stickstoffvorrat berechnet. Diese wurden dann mit dem Defaultwert von 0,0125 t N₂O-N/t N verrechnet und somit die N₂O-Emissionen bestimmt.

19.5.2.6 Geplante Verbesserungen

Auch wenn der für diese Submission gewählte Ansatz nun räumlich und zeitlich konsistent ist, stellt er nur eine kurzfristige Zwischenlösung dar. Deutschland wird das Berichtssystem LULUC in den nächsten zwei Jahren umstellen, zu Zwecken der

- Vereinheitlichung
- möglichst genauen und einheitlichen Darstellung des gesamten Berichtszeitraumes, insbesondere auch für die Jahre 1990 – 2000
- Vereinfachung.

Geplant ist die vollständige Umstellung des deutschen Berichtssystems LULUCF auf ein Punktraster. In Anlehnung an das Forstsystem soll ein Stichprobenverfahren unter Berücksichtigung aller vorhandenen Datensätze für die Flächen außerhalb des Waldes entwickelt und implementiert werden.

Mit dieser Umstellung werden folgende Verbesserungen einher gehen:

1. 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
2. Neue, nach Bodentyp und Nutzung differenzierte Emissionsfaktoren für organische Böden

3. 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
 - Berechnung der Kohlenstoffvorräte getrennt nach ober- und unterirdischer Biomasse
 - Neue landesspezifische Defaultfaktoren für die Kohlenstoffvorräte von Gehölzbeständen außerhalb von Wäldern
4. eine vollständige, GPG-gerechte Berechnung der Unsicherheiten
5. Verbesserung des QA/QC-Konzeptes (siehe Antwort an das ERT: Action plan for resolving issues identified by the ERT regarding KP LULUCF).

Neben diesen Verbesserungen, die im nächsten Bericht umgesetzt werden, werden derzeit verschiedene Projekte durchgeführt, um innerhalb der nächsten drei Jahre bestmögliche, landesspezifische Emissionsfaktoren und Aktivitätsdaten als Grundlagen für die Berichterstattung LULUCF zu gewinnen.

19.5.2.7 Aktionsplan zur Lösung von Problemen, die vom ERT im Zusammenhang mit KP LULUCF festgestellt wurden

Im Folgenden findet sich der Originalwortlaut des „Aktionsplans“, der im Rahmen des „in country – review“ von Deutschland gefordert wurde. In diesem Aktionsplan sollte Deutschland darlegen, wie es plant, die während des Überprüfungsverfahrens festgestellten Mängel im LULUCF Sektor möglichst kurzfristig zu beheben.

Zahlreiche Punkte dieses Planes wurden im vorliegenden NIR 2011 schon umgesetzt. Für die noch nicht abgearbeiteten Maßnahmen, insbesondere die Rekonstruktion der Landnutzung 1990 und die Umstellung des Berichtssystems außerhalb der waldbezogenen Flächen vom wall to wall – Ansatz auf ein Stichprobenverfahren, existiert ein straffer Zeitplan (siehe Zeitplan unten), der die kurzfristige Umsetzung auch dieser Maßnahmen garantiert. Der Zeitplan sieht u.a. vor, dass in einem internationalen Workshop, im Mai 2011, dem UN-Klimasekretariat sowie nationalen und internationalen Experten das neue Klimaberichterstattungssystem LULUCF und KP-LULUCF vorgestellt werden soll. Die Diskussion der Methodik, der Datenquellen und der Qualitätssicherungs- und Kontrollsysteme in dieser Kreise, soll die vollständige Umsetzung des Aktionsplanes und eine Verifikation im Sinne der Forderungen des Expert Review Teams garantieren. Der genaue Wortlaut des Aktionsplans lautet wie folgt:

Das ERT forderte von Deutschland die Lieferung eines Aktionsplanes zur

1. Beschreibung des Systems zur Aufbereitung der Schätzungsdaten (Landflächenausweisung einschließlich der Lieferung der Landnutzungsänderungsmatrix, Zusammenfassung der Sublandnutzungskategorien des ATKIS konsistent mit denen im IPCC Good Practice Guidance for LULUCF und Definition und auch methodologische Belange in Verbindung mit der Abschätzung von Emissionen, speziell Bodenkohlenstoff)
2. Wie werden Konsistenz für die Landnutzungskategorien und die Zeitreihen gewährleistet

3. QA/QC - Maßnahmen (Plan, Umsetzung).

Als Reaktion auf die Empfehlungen des ERT wurden die entsprechenden Teile zu LULUCF und KP-LULUCF im "Konzept zur Erstellung von Emissions-Inventaren und Kohlenstoff-Inventaren im nachgeordneten Bereich des BMELV" aktualisiert und erweitert, um alle Empfehlungen des ERT zu integrieren. Die Änderungen werden zwischen dem vTI-Team und BMELV vereinbart und mit dem UBA abgestimmt. Der Aktionsplan beschreibt die wichtigsten Maßnahmen und deren Umsetzung in den nächsten 1-2 Jahren sowie die bereits in der Submission 2011 umgesetzten Schritte.

1. System zur Vorbereitung der Abschätzungen

KP-LULUCF

1. Konsistenz zwischen CRF und KP-LULUCF: Das System zur Herleitung der Schätzungen für KP-LULUCF (Submission 2010) wird auch als Vorlage für die Schätzung zu LULUCF nach UNFCCC (cf. UNFCCC-LULUCF) benutzt.
2. Für die Submission 2012 wird eine konsistente Landnutzungsmatrix für alte und neue Länder auch für die Zeit vorbereitet, für die derzeit keine gemeinsame Datenbasis für Waldflächen vorliegt (1990-2002): Dafür wird unter Einbeziehung aller verfügbaren Datenquellen (GSE-FM, NFI, Luftbilder) für die derzeit aus GSE-FM hergeleiteten Teilflächen eine Analyse der Landnutzung und Landnutzungsänderungen auf dem Raster der BWI insbesondere auch für Flächen zwischen 0,1 und 0,5 ha Größe durchgeführt. Das Erfassungssystem wird damit auch für diese Flächen auf das Stichprobensystem umgestellt und damit die bestmögliche räumliche und zeitliche Konsistenz der Landnutzungsmatrix sichergestellt.

UNFCCC-LULUCF Landerkennung

Auf Empfehlung des ERT wurden genauere Analysen von CORINE und ATKIS (BASIS-DLM) Daten als Grundlage für den Nachweis der Landnutzung außerhalb des Waldes für die Jahre 1990 bis 2000 durchgeführt. Das hat deutlich gemacht, dass es unmöglich ist, mit dem bestehenden GIS-System eine konsistente Landnutzungsmatrix und Zeitreihe bis zum Jahr 2000 herzustellen.

Die CORINE Landnutzungskarte ist nicht konsistent mit der Landnutzungskarte aus dem ATKIS. Somit wird es notwendig eine neue, konsistente Rekonstruktion der Landnutzung für die Jahre vor 2000 vorzunehmen (vergl. NIELAND 2009 z.B. S.87).

Der Zweck der ATKIS Daten ist es ein möglichst aktuelles und hochauflösendes Landschaftsmodell (Landbedeckung) für Deutschland zur Verfügung zu stellen, dessen Geometrien und Inhalte regelmäßig aktualisiert und erweitert werden. In den nächsten Jahren sind weitere Aktualisierungen geplant. Das widerspricht den Ansprüchen der Emissionsberichterstattung, wo die Konsistenz der Zeitreihen bei den Geometrien und Inhalten entscheidend ist. Somit hat vTI-AK entschieden, dass die flächengenaue Verarbeitung des ATKIS nicht völlig mit den IPCC Guidelines und der Good Practice Guidance übereinstimmt, weil Landnutzungsänderungen durch technische Grenzänderungen nicht von wirklichen Landnutzungsänderungen unterschieden werden können. Bis jetzt ist vTI-AK der einzige Nutzer, der das ATKIS für Zeitreihen deutschlandweiter Landnutzung und Landnutzungsänderungen verwendet; daher wäre eine umfangreiche Anpassung des ATKIS nur für die Bedürfnisse der Berichterstattung unangemessen.

vTI wird die Landerkennung für alle Kategorien auf einen Ansatz mit Punktraster umstellen, der auch besser zur Berichterstattung der Waldkategorien und zur Berichterstattung für KP-LULUCF passt. Dieser abgeglichene Ansatz soll zu einer Verbesserung der Konsistenz bei Landerkennung, der

Erstellung der Landnutzungsmatrix und der Zeitreihen führen. Außerdem erlaubt diese Methode die einfache Zuhilfenahme anderer Datensätze, wie zum Beispiel das europäische LUCAS-Raster, Satellitenbilder oder Luftbilder, etc.

Insgesamt stellt die Umstellung auf die Nutzung eines Stichprobensystems zur Erfassung der Flächen der Landnutzung und Landnutzungsänderungen sowohl die räumliche, wie auch die zeitliche Konsistenz der Informationen sicher. Darüber hinaus ermöglicht sie eine Schätzung der Unsicherheiten in Bezug auf die Landnutzungsmatrix mit statistischen Verfahren. Diese Schätzung ist dann integraler Bestandteil des Systems.

Umsetzung der Ausweisung von Landnutzungsflächen außerhalb des Waldes

Zum Entwurf eines geeigneten Punkterasteransatzes, der weder zu Über- noch Unterschätzung von Kohlenstoffvorratsänderungen führt, werden folgende Tests auf Basis des ATKIS und weiterer Datenquellen durchgeführt:

1. Identifizierung von "hotspots" und Flächen besonderer Ausstattung und Aktualität (Böden mit hohen organischen Kohlenstoffvorräten, Landnutzungskategorien mit großen Kohlenstoffvorräten in der Biomasse, Flächen mit kurzfristigen und häufigen Landnutzungsänderungen), zur Ausweisung von Flächen, auf denen das Punkteraster gegenüber dem Durchschnittsraster verdichtet werden muss.
2. Identifizierung typischer Größen und Häufigkeiten von Landnutzungsänderungen, zur Ermittlung der kleinsten Landnutzungsänderungsflächen, die mittels des Standardrasters erfasst werden können.
3. Konsistenz mit dem Ansatz und Raster der BWI, zur Kennzeichnung von Aufforstung und Entwaldung für KP-LULUCF
 - a. Bestimmung der Mindestanzahl von Stichprobenpunkten, eventuell Stratifizierung und Verteilung der Stichprobenpunkte
 - b. Überprüfung der Widerspruchsfreiheit mit der aktuellen Methodik: die Zeitreihen der Landnutzungsmatrices von 2000 – 2010 müssen vergleichbar sein, Unterschiede erklärbar (z.B. Artefakte im ATKIS).

Rekonstruktion einer widerspruchsfreien Landnutzungsmatrix für 1990:

Anpassung des CORINE – Datensatzes 1990 mittels GIS und geostatistischer Methoden unter zur Hilfe nahme diverser zusätzlicher Datensätze (CORINE 2000, 2006; ATKIS; Daten der Officialstatistik z.B. "Bodennutzungshaupterhebung", "Flächenerhebung"; Orthophotos); Rasterpunkte, welche in mindestens zwei Quellen übereinstimmen, gelten als verifiziert. Zusätzliche Datenquellen, vornehmlich Luftbilder (CIR-Aufnahmen, Orthophotos), werden zur Verifizierung von nicht eindeutigen Punkten und zur Plausibilitätsprüfung genutzt.

Landflächenkategoriezuordnung ATKIS – IPCC Good Practice Guidance

Die Darstellung der Zusammenfassung der ATKIS-Landnutzungskategorien und deren Zuordnung zu den IPCC-Kategorien, würde den Rahmen dieses Papiers sprengen. Diese werden in einer umfassenden Tabelle in der Submission 2011 dargestellt.

Bodenkohlenstoff

Den Empfehlungen des ERT folgend, plant Deutschland die Methodik zur Abschätzung der Kohlenstoffvorratsänderungen in Mineralböden auf einen symmetrischen Ansatz umzustellen. Bei diesem steht ein typischer Bodenkohlenstoffvorrat für jede Landnutzungskategorie, berechnet als flächengewichtetes Mittel für jede Landnutzungskategorie, basierend auf den ATKIS-Daten und der Bodenübersichtskarte 1:1.000.000. Spezifische Bodenkohlenstoffvorräte für die jeweilige Landnutzungskategorie werden aus diesen typischen Werten unter zur Hilfe nahme der „relativen Faktoren für Kohlenstoffvorratsänderungen in Abhängigkeit von der Nutzung“ des IPCC (2003) berechnet, ausgehend von den typischen Werten als „ursprünglichen“ Kohlenstoffvorräten unter Wald, Grünland, Feuchtgebiet und Siedlungen zu diversen Ackerlandsunterkategorien. Dieser Ansatz wird zunehmend mit landesspezifischen Daten verfeinert werden, sobald die Daten der landesweiten Bodenzustandserhebung vorliegen.

2. Widerspruchsfreiheit in der Ausweisung der Landflächen und Zeitreihen

Rekonstruktion konsistenter Zeitreihen der Landnutzungsänderungen

Mit der Umstellung auf das Punkteraster und der Rekonstruktion einer widerspruchsfreien Landnutzungsmatrix für 1990, ist die Konsistenz für die Ausweisung der Landflächen und der Zeitreihen für die Netto-Landnutzungsänderungen für den gesamten Berichtszeitraum seit 1990 gegeben (vergl. Kap. 1)

Für volle Konsistenz muss die Bruttolandnutzungsänderung für die Jahre 1990 – 2000 rekonstruiert werden. Auf Basis der Landnutzungsänderungsmatrices abgeleitet aus den Punktrastern gegen die Daten der "Bodennutzungshaupterhebung" und anderer Datenquellen, sollen typische Verhältnisse von Bruttolandnutzungsänderungen zu Nettolandnutzungsänderungen abgeleitet werden.

3. Maßnahmen zu QK/QS

1. Die folgenden zusätzlichen QK/QS-Maßnahmen wurden bereits vereinbart:
2. Das Rollenkonzept und die verantwortlichen Personen wurden im Einklang mit der QK/QS-Anforderungen des UBA überarbeitet. Dazu gehören die Rollen des BMELV und des UBA.
3. Die Schnittstellen zwischen Zuständigkeiten für Sub-Kategorien und die Datenflüsse zwischen den Institutionen wurden vereinbart und genau beschrieben (vgl. auch Abb. 1).
4. Hierarchische Konsistenzprüfungen von AD, EF und IEFS zwischen CRFs und KP-LULUCF und zwischen NIR Text und Tabellen mit bestimmten zusätzlichen Aufgaben auf jeder Ebene wurden eingeführt, so dass ein Vier-Augen-Prinzip für jeden einzelnen Teil des Inventars gegeben ist.
 - a. Das webbasierte System zur Dokumentation und Aufbereitung des NIR ("THG-Wiki"), das bereits entwickelt wurde und für die Waldteile der LULUCF Berichterstattung eingesetzt wird, wird spätestens ab der Submission 2012 von allen LULUCF und KP-Berichtsteile genutzt. Das beinhaltet:
 - b. Vorbereitung der kompletten NIR-Texte des Bereichs als Arbeit in einem gemeinsamen Dokument mit der Möglichkeit zu Kommentierung und Dokumentation der Beratungen über den Text und Berechnungen

- c. eine durchsuchbare Dokumentationstabelle zu inventarbezogenen Aktivitäten, Änderungen und Aktualisierungen mit Zuordnung von Aufgaben, Terminsetzungen und Kontrollfunktionen (elektronisches Ticket-System) und Links zu relevanten Dokumenten
 - d. einen Kalender mit inventarbezogenen Terminen (incl. Information zu Inhalten, Teilnehmern, Dokumentatzion und Zusammenfassung der Ergebnisse)
 - e. ein Dateisystem mit allen relevanten Daten, die zwischen den Beteiligten Instituten (vTI-WOI und vTI-AK) ausgetauscht werden.
 - f. Protokolle von Sitzungen und Telefonkonferenzen
5. Kommunikation und des Informationsflusses im LULUCF Berichterstattungsteam wird durch mindestens monatlich abzuhaltenden Telekonferenzen sichergestellt, um einen regelmäßigen Austausch von Erkenntnissen und Aktivitäten zu garantieren (Ergebnisse in der THG-Wiki dokumentiert).
 6. Die Verfahren zu QK/QS in Bezug auf Datenquellen und Berechnungen sind detaillierter als in der Vergangenheit beschrieben. Alle diesbezüglichen Probleme, Maßnahmen, Zwischenstände und Ergebnisse werden im THG-Wiki dokumentiert.
 7. Keine Redundanz von Daten. Damit werden Inkonsistenzen und Fehler durch Datentransfers minimiert. Datenhalter werden im THG-Wiki vermerkt.
 8. Der Datentransfer der Endtabellen vom vTI ins ZSE und die CRF-Tabellen wird sowohl von den Verantwortlichen für die Berechnungen als auch den Verantwortlichen für Qualitätskontrolle beim vTI und beim UBA überprüft. Die Ergebnisse werden im Wiki dokumentiert.
 9. vTI prüft in Kooperation mit UBA die Möglichkeit der Nutzung der CRF-Reportersoftware zur Datenanalyse, um Konsistenzprüfungen von Zeitreihen, AD, EFs und IEFs zu unterstützen und Rückrechnungen zu überprüfen.

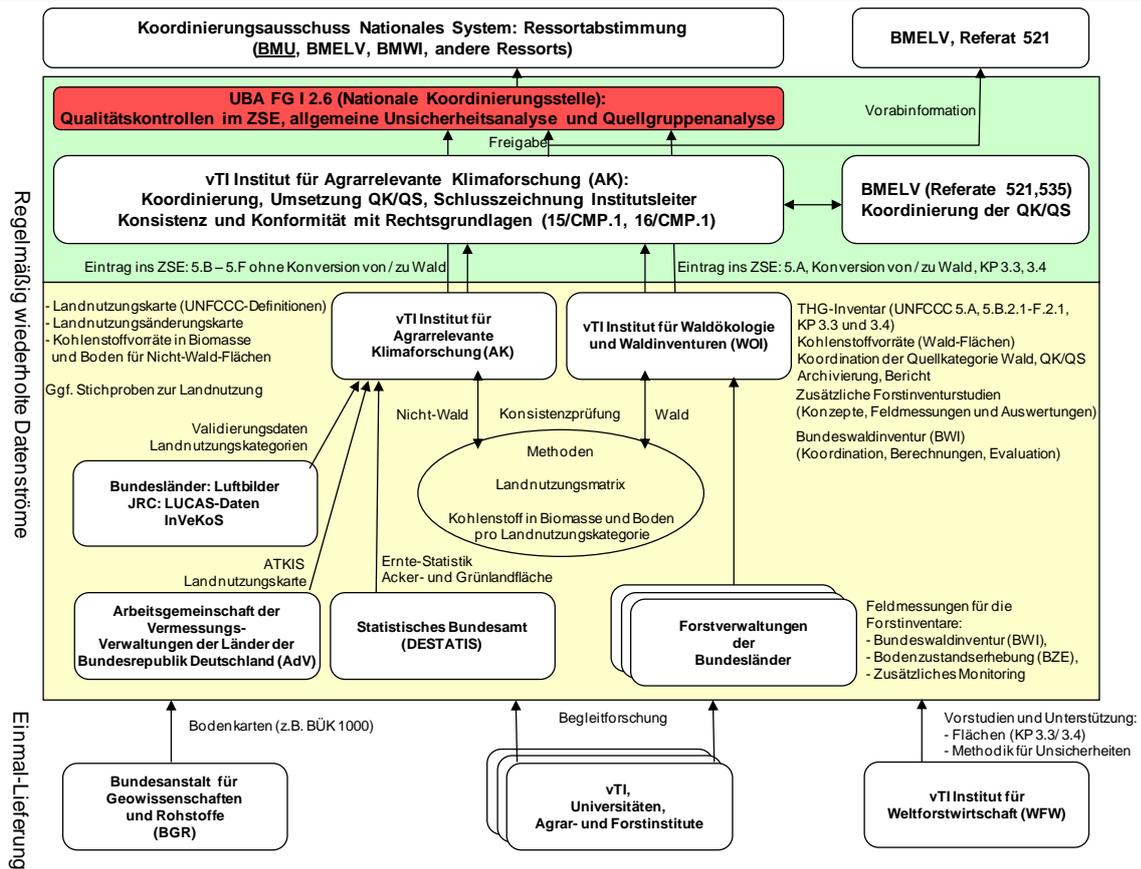


Abbildung 67: Zuständigkeiten und Datenflüsse zwischen den Institutionen bei der Ausarbeitung der Submissionen für LULUCF und KP-LULUCF. UBA koordiniert die endgültige Abstimmung über NIR- und Reporting-Tabellen ("Ressortabstimmung") nach der Fertigstellung des Entwurfs ZSE, CRF-Tabellen und Entwurf des NIR. Dieses Verfahren ist in der Abbildung nicht enthalten.

4. Umsetzung in der Submission 2011

System zur Erarbeitung der Schätzungen

Die Definition der Kategorie "Other Land" und die diesbezüglichen Berechnungen wurden so angepasst, dass darin nur „unmanaged land“ enthalten ist. Das stellt auch sicher, dass keine Aufforstungs-,Wiederbewaldungs- oder Waldbewirtschaftungsmaßnahmen auf „unmanaged land“ fallen. Die waldbezogenen Flächenschätzung für die Neuen Länder wurden überprüft, Berechnungsfehler wurden korrigiert.

Die CORINE-Datensätze wurden aus den Berechnungen aufgrund erheblicher Unstimmigkeiten mit ATKIS ausgeschlossen. Die Zeitreihen von Landnutzungsänderungen wurden bis 1990 rückwärts extrapoliert. Die Ansätze für Biomasse und Boden haben sich nicht geändert. Eine Reihe von Berechnungsfehlern wurden korrigiert, so z.B. Emissionsfaktoren für organische Böden bei Landnutzungsänderungen zu Wald, Biomassevorräte vor/nach Landnutzungsänderungen von/zu Wald und Emissionen durch Düngung.

Widerspruchsfreie Zeitreihen

Widerspruchsfreie Landnutzungsmatrizes und Zeitreihen wurden für die Submission 2011 konstruiert, basierend auf den Kriterien:

- Die Summe aller Landkategorieflächen muss die konstante Landfläche Deutschlands ergeben. Die konstante Landfläche Deutschlands wurde festgelegt als die Fläche, die der ATKIS-Verwaltungsgrenzdatensatz für Deutschland im Jahr 2005 aufwies.
- Alle Daten im Zusammenhang mit der Kategorie „FL bleibt FL“ und alle Landnutzungsänderungen von und zu Wald basieren auf der BWI. Alle anderen Flächendaten und Daten zu Landnutzungsänderungen entstammen dem ATKIS und den Rückrechnungen. Es wurde überprüft, dass die Flächendaten im Bereich der Unsicherheiten der ATKIS – Landkategorien liegen.
- FL, CL, GL, WL und S können nicht zu OL konvertieren, da bewirtschaftetes Land nicht in unbewirtschaftetes Land überführt werden kann.
- Die Verbindung und Zuordnung der ATKIS Landnutzungskategorien zu denen des IPCC werden in einer umfangreichen Tabelle dargestellt.

QA/QC-Maßnahmen

Die Rollen und Verantwortlichkeiten, die im aktualisierten Konzept beschrieben wurden, wurden vollständig umgesetzt. Das THG-Wiki wurde von vTI-WOI aber noch nicht von vTI-AK verwendet. Die QK der Datenquellen ist im Gange und hat bereits den Ausschluss der CORINE-Daten wegen erheblicher Unstimmigkeiten mit ATKIS (vgl. Land-Identifikation) zur Folge. Die QK von Berechnungen und NIR-Text (wie im aktualisierten Konzept beschrieben) sind in den meisten Fällen umgesetzt. Die QK wird weiter intensiviert, auch durch die Teilnahme an den IPCC-Expertentreffen, UNFCCC-Workshops zu den IPCC Richtlinien 2006 und eines JRC-Workshops über LULUCF Berichterstattung im Rahmen des Kyoto-Protokolls. Darüber hinaus werden Erkenntnisse aus einem geplanten Review des Schweizerischen Inventars in Bezug auf Daten und Methodik bis Ende 2010 gewonnen.

Tabelle 313: Zeitplan für die Umsetzung der Empfehlungen des In-Country-Review zur Emissionsberichterstattung in den Bereichen LULUCF und KP-LULUCF

LULUCF	
Landnutzungsmatrix	
2011	Methodische Umstellungen, Klärung der Zusammenführung des Punkterasters Forst / LULUC
2011	Testrechnungen
2011	Landnutzungsmatrix nach Subkategorien
2011	Internationaler Workshop zum Review und Entscheidung für die Auflösung des Punktrasters, die Wahl der Methoden für Boden und Biomasse außerhalb des Walds, ggf. auch Methodik zur Rekonstruktion der Landnutzung 1990
2011	Rückrechnung der Daten 2009 – 2005
Landnutzung 1990	
2011	Konzept zur Rekonstruktion der Landnutzung (alle Landnutzungen einschließlich Wald) auf dem Punkteraster für 1990, basierend auf CIR-Daten und einer statistischen Korrektur von CORINE
2012	externe Vergabe des Auftrags, Dauer typischer Vergabeverfahren bei der BLE 4-5 Monate
2013	Endergebnisse des externen Auftrags
Biomasse LULUC	
2011	Detaillierte Dokumentation der Berechnungsgrundlage und des Vorgehens nach neuem Verfahren pro Subkategorie, Entscheidung zum Umgang mit Gehölzen
Boden LULUC	
2011	Detaillierte Dokumentation der Berechnungsgrundlage und des Vorgehens nach neuem Verfahren, Entscheidung über die Methode
QA/QC	
implementiert	gemeinsame Arbeiten im THG-Wiki
2011	Logbuch zur Dokumentation der Kontrollen, Fehlerfunde und -behebung
Unsicherheitsanalyse für die gesamte Quellgruppe	
2011	Unsicherheitsanalyse für Forst und LULUC gleich gerechnet
Berechnungen für Submission 2012	
2011	Neuberechnung der Zeitreihe LULUC (1990-) 2005 bis 2009 im Test fertig
2011	Neuberechnung der Zeitreihe LULUC bis 1990 bis 2010

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.

Definition der Zeitreihe						Unsicherheitsdaten						
lfd.-Nr.	CRF	Quellenbeschreibung			Werttyp (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 314: Vollständigkeit - Übersicht der Quellen und Senken, deren Emissionen nicht geschätzt (not estimated, NE) werden

Quellgruppe	Treibhausgas	Erklärung
5.A.1 5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	CH4	According to IPCC GPG (2003, p.1.11) countries are not required "to prepare estimates for categories contained in appendices,..." .
5.D.2 5.D.2 Land converted to Wetlands	CH4, N2O	Emissions from this source category are currently not being reported according appendix 3a.3 IPCC GPG.
5.E 5.E Settlements	CO2, CH4, N2O	No data available
5.E.1 Settlements remaining Settlements	CH4, N2O	No data available.
5.E.2 Land converted to Settlements	CH4, N2O	No data available.
5.F 5.F Other Land	CO2, CH4, N2O	No data available
5.F.2 Land converted to Other Land	CH4, N2O	No data available.
5 Forest Land converted to Other Land-Use Categories	CH4	No reliable data is available for reporting on CH4, NOx, CO, NMVOC emissions.
5 Grassland converted to Other Land-Use Categories	CH4	
5.G Harvested Wood Products	CO2, CH4, N2O	According to IPCC GPG 2003 HWP do not have to be reported (p.1.11 chp.1.7).
5.G C from lime to forest	CH4	CH4 emissions from drainage of soils and wetlands do not have to be reported according to GPG IPCC (2003), p. 1.11.
5.A.1 5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	N2O	Until now there is no data available on the area of mineral soils drained. Also, according to IPCC GPG (2003, p.1.11) countries are not required "to prepare estimates for categories contained in appendices,..."
5.G C from lime to forest	N2O	N2O emissions from drainage of soils and wetlands do not have to be reported according to GPG IPCC (2003), p. 1.11.

Tabelle 315: Vollständigkeit – Übersicht der Quellen und Senken, die an anderer Stelle berichtet werden (included elsewhere, IE)

Quellgruppe	Treibhausgas	Erklärung
1.AA.2.A Iron and Steel	CO2	emissions are reported under 2C1
1.AA.2.B Non-Ferrous Metals	CO2, CH4, N2O	reported under source category 1A2f Other because of confidential data
1.AA.2.C Chemicals	CO2, CH4, N2O	reported under source category 1A2f Other (unspecified industrial power plants)
1.AA.2.D Pulp, Paper and Print	CO2, CH4, N2O	reported under source category 1A2f Other (unspecified industrial power plants)
1.AA.2.E Food Processing, Beverages and Tobacco	CO2, CH4, N2O	reported under source category 1A2f Other (unspecified industrial power plants) because of confidential data
1.AA.3.B Road Transportation	CH4, N2O	CH4 and N2O emissions from lubricants supposed to be included in corresponding emissions from liquid fuels consumed!
1.AA.3.C Railways	CO2	CO2 emissions are included in 1.A.3.E; CO2 emissions from biodiesel are set to zero to be not included in national totals! but thus also not included in total CO2 from biomass!
1.AA.3.C Railways	CH4, N2O	assumption by party: emissions are supposed to be included in emissions from consumption of diesel oil
1.AA.3.D Navigation	CO2	CO2 emissions are included in 1.A.3.E
1.AA.3.D Navigation	CH4, N2O	assumption by party: emissions are supposed to be included in emissions from consumption of diesel oil;emissions from co-incineration of lubricants - tier1 approach
1.B.1.A.2.2 Post-Mining Activities	CH4	considered in 1.B.1.A.2.1
1.B.1.B Solid Fuel Transformation	CO2	considered in 1.A.1.C
1.B.2.B.1 Exploration	CO2, CH4	considered in 1.B.2.a.i
1.B.2.B.5.1 at industrial plants and power stations	CH4	considered in 1.B.2.B.5.2
1.B.2.C.1.1 Oil	CO2, CH4	included in 1.B.2.A.ii
1.B.2.C.1.2 Gas	CO2, CH4	included in 1.B.2.B.iv
1.B.2.C.1.3 Combined	CO2, CH4	included in 1.B.2.A.ii and in 1.B.2.B.iv
1.B.2.C.2.3 Combined	CO2, CH4, N2O	considered in 1.B.2.C.2.1. and 1.B.2.C.2.2.
1.C1.B Marine	CH4, N2O	assumption by party: emissions are supposed to be included in emissions from consumption of diesel oil and heavy fuel oil
2.A.3 Limestone and Dolomite Use	CO2	allocation: 1.A.1.a, 2.A.1 and 2.A.2, 2.A.7, 2.C.1
2.A.7.2a - Ceramic production	CO2	see 2.A.7.2b bricks an tiles
2.C.1.2 Pig Iron	CH4	is considered in CRF 1A2
2.C.1.2 Pig Iron	CO2	is considered in oxygen steel
2.C.1.3 Sinter	CO2, CH4	is considered in CRF 1A2
2.C.1.4 Coke	CO2, CH4	is considered in CRF 1A1c
2.F.1 Refrigeration and Air Conditioning Equipment	HFCs, PFCs, SF6	The potential emissions of production, import, export and destroyed amounts are all reported together under total potential emissions.
2.F.3 Fire Extinguishers	HFCs	The potential emissions of production, import, export and destroyed amounts are all reported together under total potential emissions.
2.F.4 Aerosols/ Metered Dose Inhalers	HFCs	The potential emissions of production, import, export and destroyed amounts are all reported together under total potential emissions.
2.F.7 Semiconductor Manufacture	HFCs, PFCs, SF6	The potential emissions of production, import, export and destroyed amounts are all reported together under total potential emissions.
2.F.8 Electrical Equipment	SF6	The potential emissions of production, import, export and destroyed amounts are all reported together under total potential emissions.
2.F.P1 Production	SF6	The potential emissions of production, import, export and destroyed amounts are all reported together under total potential emissions.
3.D.3 N2O from Aerosol Cans	N2O	N2O from Aerosol Cans is reported together with N2o from semiconductor production and production of N-Dodecandiacid at 3D Other - Other Product Use.

Quellgruppe	Treibhausgas	Erklärung
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	Carbon	Included in gains.
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	CO2	Due to the stock change method used for the estimation of carbon stock changes in biomass, CO2-emissions are included in category 5.A carbon stock change in biomass
5.A.2 Land converted to Forest Land	CO2, CH4, N2O	included in 5.A.1
5.B.1 Cropland remaining Cropland	Carbon	Included in biomass.
5.B.1 Cropland remaining Cropland	CO2	Included in limestone.
5.B.1 N2O emissions from disturbance	N2O	Included in mineral soils.
5.B.2.1 Forest Land converted to Cropland	Carbon	Included in biomass.
5.B.2.1 Forest Land converted to Cropland	N2O	Included in mineral soils.
5.B.2.2 Grassland converted to Cropland	Carbon	Included in biomass.
5.B.2.2 Grassland converted to Cropland	N2O	Included in mineral soils.
5.B.2.3 Wetlands converted to Cropland	Carbon	Included in biomass.
5.B.2.3 Wetlands converted to Cropland	N2O	Included in mineral soils.
5.B.2.4 Settlements converted to Cropland	Carbon	Included in biomass.
5.B.2.4 Settlements converted to Cropland	N2O	included in mineral soils
5.B.2.5 Other Land converted to Cropland	Carbon	Included in biomass.
5.B.2.5 Other Land converted to Cropland	N2O	Included in mineral soils.
5.C.1 Grassland remaining Grassland	Carbon	Included in biomass.
5.C.1 Grassland remaining Grassland	CO2	Included in cropland.
5.C.1 Grassland remaining Grassland	CO2	Included in limestone.
5.C.2.1 Forest Land converted to Grassland	Carbon	Included in biomass.
5.C.2.2 Cropland converted to Grassland	Carbon	Included in biomass.
5.C.2.3 Wetlands converted to Grassland	Carbon	Included in biomass.
5.C.2.4 Settlements converted to Grassland	Carbon	Included in biomass.
5.C.2.5 Other Land converted to Grassland	Carbon	Included in biomass.
5.D.1 Wetlands remaining Wetlands	Carbon	Included in biomass.
5.D.2.1 Forest Land converted to Wetlands	Carbon	Included in biomass.
5.D.2.2 Cropland converted to Wetlands	Carbon	Included in biomass.
5.D.2.3 Grassland converted to Wetlands	Carbon	Included in biomass.
5.D.2.4 Settlements converted to Wetlands	Carbon	Included in biomass.
5.D.2.5 Other Land converted to Wetlands	Carbon	Included in biomass.
5.E.1 Settlements remaining Settlements	Carbon	Included in biomass.
5.E.2.1 Forest Land converted to Settlements	Carbon	Included in biomass.
5.E.2.2 Cropland converted to Settlements	Carbon	Included in biomass.
5.E.2.3 Grassland converted to Settlements	Carbon	Included in biomass.
5.E.2.4 Wetlands converted to Settlements	Carbon	Included in biomass.
5.E.2.5 Other Land converted to Settlements	Carbon	Included in biomass.
C from lime to forest	CO2	As data cannot be differentiated with regard to types of application (dolomite or lime) dolomite use is included in limestone use.
Car Tyres	SF6	The potential emissions of production, import, export and destroyed amounts are all reported together under total potential emissions.
Ceramics	CH4	reported under source category 1A2f Other (unspecified industrial power plants) because of confidential data
Ceramics	CO2	reported under source category 1A2f Other (unspecified industrial power plants) because of confidential data
Ceramics	N2O	reported under source category 1A2f Other (unspecified industrial power plants) because of confidential data
Double glaze windows	SF6	The potential emissions of production, import, export and destroyed amounts are all reported together under

Quellgruppe	Treibhausgas	Erklärung
		total potential emissions.
Glass Wares	CH4	reported under source category 1A2f Other (unspecified industrial power plants) because of confidential data
Glass Wares	CH4	reported under source category 1A2f Other (unspecified industrial power plants) because of confidential data
Glass Wares	CO2	reported under source category 1A2f Other (unspecified industrial power plants) because of confidential data
Glass Wares	CO2	reported under source category 1A2f Other (unspecified industrial power plants) because of confidential data
Glass Wares	N2O	reported under source category 1A2f Other (unspecified industrial power plants) because of confidential data
Glass Wares	N2O	reported under source category 1A2f Other (unspecified industrial power plants) because of confidential data
lime	CH4	reported under source category 1A2f Other (unspecified industrial power plants) because of confidential data
lime	CO2	reported under source category 1A2f Other (unspecified industrial power plants) because of confidential data
lime	N2O	reported under source category 1A2f Other (unspecified industrial power plants) because of confidential data
Magnesium production	SF6	SF6 emissions are reported under 2.C.4 Aluminium and Magnesium Foundries
Military use	CH4	assumption by party: emissions are supposed to be included in emissions from consumption of diesel oil, gasoline, kerosene, and avgas; emissions from co-incineration of lubricants - tier1
Military use	N2O	assumption by party: emissions are supposed to be included in emissions from consumption of diesel oil, gasoline, kerosene, and avgas; emissions from co-incineration of lubricants - tier1
N2O for Medical Using	N2O	The N2O-emissions are reported at 3D Use of N2O.
Other non-specified	CH4	included in 2.C.1.1
Other non-specified	CH4	!! emissions from co-incineration of lubricants in domestic civil aviation!! !! allocated to 1.A.3.e as it is impossible to input data under 1.A.3.a !! CH4: assumption by party: emissions are supposed to already be included in emissions from consumption of kerosene and avgas in civil domestic aviation; !!!emissions from co-incineration of lubricants in domestic civil aviation!!!
Other non-specified	N2O	!! emissions from co-incineration of lubricants in domestic civil aviation!! !! allocated to 1.A.3.e as it is impossible to input data under 1.A.3.a !! N2O: assumption by party: emissions are supposed to already be included in emissions from consumption of kerosene and avgas in civil domestic aviation
Shoes	HFCs	The potential emissions of production, import, export and destroyed amounts are all reported together under total potential emissions.
Shoes	SF6	The potential emissions of production, import, export and destroyed amounts are all reported together under total potential emissions.
Trace gas	SF6	The potential emissions of production, import, export and destroyed amounts are all reported together under total potential emissions.

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 (BMW); 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, BMW, 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 4.6¹⁰² „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*

¹⁰² 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 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:

BMW:

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 Hauptquellgruppen 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 (Hauptquellgruppe 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 Hauptquellgruppen 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. Hauptquellgruppen), 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 Hauptquellgruppen 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 68) Weiterführende Informationen finden sich im QSE-Handbuch Kapitel 4.3.

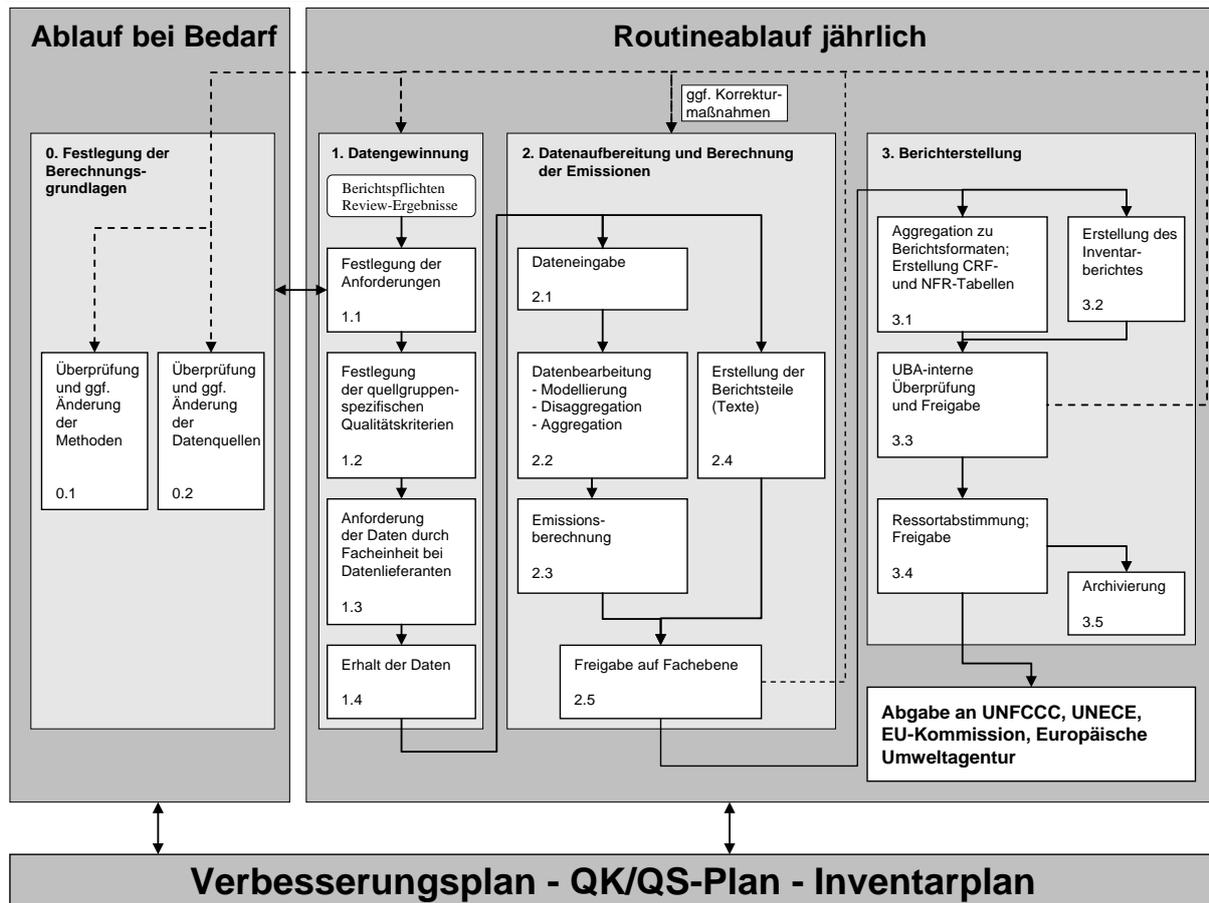


Abbildung 68: Übersicht zum gesamten Prozess der Emissionsberichterstattung

Den innerhalb der abgebildeten Haupt- und Teilprozesse ablaufenden Tätigkeiten wurden über ein Rollenkonzept entsprechende Zuständigkeiten zugeordnet, die diese Prozesse durchführen/ausführen. Beispielsweise arbeiten viele Mitarbeiter in unterschiedlichen Arbeitseinheiten und Quellgruppen, führen dort aber im Wesentlichen die gleichen Tätigkeiten aus. Dies führte zur Entwicklung einer Personengruppe (Rolle; z.B. Fachverantwortliche). Dieser muss eine weitere Personengruppe (Rolle) nachgeordnet sein, die sicherstellt, dass die Anforderungen, die die erste Gruppe bei Ihrer Arbeit zu beachten und zu erfüllen hat, auch erreicht worden sind (z.B. Fachlicher Ansprechpartner). Des Weiteren wurde gemäß den Anforderungen des IPCC (siehe Kapitel 22.1.2.1.2) ein Koordinator für das QSE bestellt, damit sichergestellt wird, dass das System weiterentwickelt wird.

Im Ganzen wurde ein umfassendes Rollenkonzept entwickelt, das den vielfältigen Anforderungen Rechnung trägt, die dem UBA aus seiner Aufgabe als Nationale Koordinierungsstelle erwachsen. Hierzu gehören folgende Rollen:

1. Fachverantwortlicher auf operativer Ebene (FV)

- Wesentliche Zuständigkeiten: Datengewinnung, Dateneingabe und Berechnung entsprechend den vorgegebenen Methoden, Durchführung von QK-Maßnahmen, Erstellen des NIR-Textes.

2. QK-Verantwortlicher (QKV)

- Ist Vorgesetzter des FV

- Wesentliche Zuständigkeiten: Prüfung und Freigabe der Daten und Berichtsteile

3. Fachliche Ansprechpartner (FAP)

- Mitarbeiter der Nationalen Koordinierungsstelle
- Wesentliche Zuständigkeiten: Quellgruppenspezifische Betreuung der fachlich Zuarbeitenden (Inventararbeit und Berichterstellung) und Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung in den zugehörigen Quellgruppen in NIR und ZSE.

4. Berichtskordinator (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 69) 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

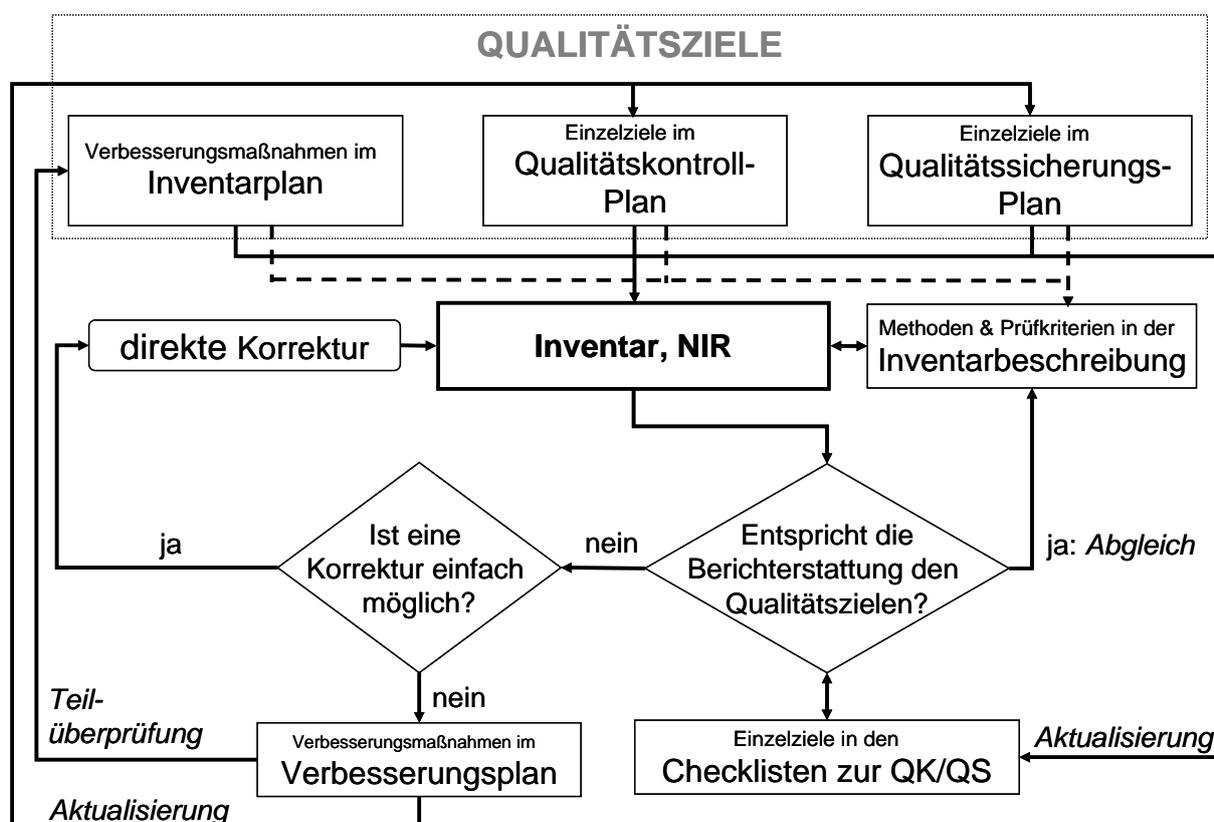


Abbildung 69: Steuerung und Dokumentation im Rahmen des NaSE und des QSE

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 Hauptquellgruppen 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 Zuarbeiten 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 316 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 316: 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	GO des UBA: Punkt 6.2 Veröffentlichungen
veröffentlichte Handbücher, Anleitungen	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 317: 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 Hauptquellgruppenanalyse.	
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 2009****UNFCCC SEF application**

Version 1.2

<p>Workflow</p> <p>Unlock file</p> <p>Completeness Check</p> <p>Consistency Check</p> <p>Lock file</p>	<p>Settings</p> <p>Party: Germany</p> <p>ISO: DE</p> <p>Submission year: 2010</p> <p>Reported year: 2009</p> <p>Commitment period: 1</p> <p>Completeness check: YES</p> <p>Consistency check: YES</p> <p>File locked: YES</p> <p>Lock timestamp: 06.01.2010 09:19</p> <p>Submission version number: 2</p> <p>Submission type: Official</p>
<p>Functions</p> <p>Mandatory data</p> <p>Import XML</p> <p>Reset SEF</p> <p>Export XML</p> <p>Export XML (Imported)</p>	

Party: Germany
 Submission year: 2010
 Reported year: 2009
 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	4,43E+09	NO	NO	NO	NO	NO
Entity holding accounts	4,45E+08	NO	NO	40041182	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	215	NO	NO	100425	NO	NO
Retirement account	NO	NO	NO	NO	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	4,88E+09	NO	NO	40141607	NO	NO

Party Germany
 Submission year 2010
 Reported year 2009
 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		143492					143492		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							1298	66	NO	193961	NO	NO
Sub-total		143492	NO				144700	66	NO	193961	NO	NO

Transaction type	Retirement					
	Unit type					
	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs
Retirement	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Party Germany
 Submission year 2010
 Reported year 2009
 Commitment period 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	5143359	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
AT	7393578	NO	NO	230766	NO	NO	13019531	NO	NO	536489	NO	NO
BE	848325	NO	NO	51263	NO	NO	718127	108750	NO	532537	NO	NO
CH	NO	101050	NO	7133534	NO	NO	NO	5000	NO	2019291	NO	NO
CZ	18826792	NO	NO	NO	NO	NO	17596752	NO	NO	787680	NO	NO
DK	1.38E+08	NO	NO	5554592	NO	NO	53165659	NO	NO	752111	NO	NO
EE	11200	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
ES	1247232	NO	NO	634577	NO	NO	4259125	NO	NO	1434479	NO	NO
FI	216348	NO	NO	647501	NO	NO	1104454	NO	NO	1000	NO	NO
FR	51265216	NO	NO	1615260	NO	NO	48520037	NO	NO	4136788	NO	NO
GB	1.08E+08	262618	NO	19880191	NO	NO	1.67E+08	315544	NO	13647128	NO	NO
HU	1996511	NO	NO	30000	NO	NO	1778900	NO	NO	500643	NO	NO
IE	1500	NO	NO	45000	NO	NO	86000	NO	NO	NO	NO	NO
IT	1688973	NO	NO	15167	NO	NO	613326	NO	NO	177188	NO	NO
LT	103800	NO	NO	NO	NO	NO	1480	NO	NO	125000	NO	NO
LU	NO	NO	NO	NO	NO	NO	59000	NO	NO	64132	NO	NO
NL	38312596	302950	NO	10375617	NO	NO	40125559	111100	NO	1552666	NO	NO
NO	225930	NO	NO	125000	NO	NO	138377	NO	NO	NO	NO	NO
PL	2081669	1	NO	430002	NO	NO	657946	891	NO	210843	NO	NO
PT	115691	NO	NO	49464	NO	NO	3003316	NO	NO	1259	NO	NO
RO	162068	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	2500	NO	NO
SE	1734134	744	NO	205530	NO	NO	1134343	NO	NO	113001	NO	NO
SI	22686	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
SK	69681	NO	NO	4800	NO	NO	1000	NO	NO	6981	NO	NO
UA	NO	52874	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Sub-total	3.72E+08	720237	NO	52171623	NO	NO	3.53E+08	541285	NO	26601716	NO	NO

Additional information

Independently verified ERUs								NO				
-----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--

Party Germany
 Submission year 2010
 Reported year 2009
 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 2010
 Reported year 2009
 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	4,45E+09	NO	NO	24099433	NO	NO
Entity holding accounts	4,45E+08	322378	NO	41317695	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	1423	66	NO	294386	NO	NO
Retirement account	NO	NO	NO	NO	NO	NO
ICER 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	4,89E+09	322444	NO	65711514	NO	NO

Party: Germany
 Submission year: 2010
 Reported year: 2009
 Commitment period: 1

Table 5 (a). Summary information on additions and subtractions

	Additions						Subtractions					
	Unit type						Unit type					
Starting values	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs
Issuance pursuant to Article 3.7 and 3.8	4.87E+09											
Non-compliance cancellation							NO	NO	NO	NO		
Carry-over	NO	NO		NO								
Sub-total	4.87E+09	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)	1.11E+08	NO	NO	48712902	NO	NO	1.04E+08	NO	NO	8671720	NO	NO
Year 2 (2009)	3.72E+08	863729	NO	52171623	NO	NO	3.53E+08	541351	NO	26795677	NO	NO
Year 3 (2010)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 4 (2011)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	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	4.83E+08	863729	NO	1.01E+08	NO	NO	4.57E+08	541351	NO	35467397	NO	NO
Total	5.35E+09	863729	NO	1.01E+08	NO	NO	4.57E+08	541351	NO	35467397	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	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)	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 4 (2011)	NO	NO	NO	NO	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	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Party: Germany
 Submission year: 2010
 Reported year: 2009
 Commitment period: 1

Add transaction

Delete transaction

No corrective transaction

Table 6 (a). Memo item: Corrective transactions relating to additions and subtractions

	Additions						Subtractions					
	Unit type						Unit type					
	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs

Add transaction

Delete transaction

No corrective transaction

Table 6 (b). Memo item: Corrective transactions relating to replacement

	Requirement for replacement		Replacement					
	Unit type		Unit type					
	tCERs	ICERs	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs

Add transaction

Delete transaction

No corrective transaction

Table 6 (c). Memo item: Corrective transactions relating to retirement

	Retirement					
	Unit type					
	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs

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 LIST OF TRANSACTIONS FORWARDING CER FROM THE CDM REGISTRY TO ACCOUNTS IN THE GERMAN REGISTRY

Transaction	Tme of transaction	Type	Source Account	Destination Account	Total
January 2009					
CDM-4848	12/01/2009 16:33	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-2095-0	21.002
CDM-4978	22/01/2009 11:03	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	2.985
CDM-4961	22/01/2009 12:16	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	10.818
CDM-5058	22/01/2009 15:20	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	11.096
CDM-5043	22/01/2009 15:51	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	4.542
CDM-5029	22/01/2009 16:29	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	1.000
CDM-5012	22/01/2009 17:07	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	757
CDM-4991	22/01/2009 18:21	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	3.400
CDM-5098	23/01/2009 12:14	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	1.362
CDM-5115	23/01/2009 18:21	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	378.819
CDM-5127	29/01/2009 11:18	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	134.254
February 2009					
CDM-5138	02/02/2009 15:32	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	220.547
CDM-5154	02/02/2009 16:54	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	248.038
CDM-5182	04/02/2009 10:34	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	1.724
CDM-5161	04/02/2009 11:44	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	480
CDM-5206	06/02/2009 12:05	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	373.242
March 2009					
CDM-5383	11/03/2009 09:58	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-2095-0	19.301
CDM-5446	24/03/2009 16:21	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	378.881
April 2009.					
CDM-5493	02/04/2009 18:49	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	278.443
CDM-5506	07/04/2009 10:53	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1989-0	1.055
CDM-5507	07/04/2009 11:06	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-2095-0	6.923
CDM-5523	08/04/2009 17:45	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	208.373
CDM-5648	29/04/2009 18:34	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	3.025
May 2009					
CDM-5735	04/05/2009 17:36	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	74.943
CDM-5784	11/05/2009 12:45	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	63.635
CDM-5765	11/05/2009 12:58	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	2.690
CDM-5818	13/05/2009 17:48	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1975-0	14.702
July 2009					
CDM-6106	13/07/2009 17:28	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-2095-0	39.160
CDM-6191	20/07/2009 17:30	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-2095-0	25.839
CDM-6210	22/07/2009 12:00	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	157.833
CDM-6269	31/07/2009 09:35	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-2095-0	71.224
CDM-6279	31/07/2009 13:51	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	776
August 2009					
CDM-6313	04/08/2009 11:22	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1974-0	4.542
CDM-6323	04/08/2009 14:54	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1974-0	11.096
CDM-6329	05/08/2009 11:46	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1974-0	10.818
CDM-6333	05/08/2009 12:22	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	301.064
CDM-6381	09/08/2009 14:13	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	914
CDM-6379	09/08/2009 14:32	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	163.184
CDM-6358	09/08/2009 14:39	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	1.319
CDM-6411	10/08/2009 17:37	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-2227-0	42
CDM-6414	10/08/2009 17:38	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-2095-0	42
CDM-6415	11/08/2009 10:47	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-2227-0	126
CDM-6418	11/08/2009 10:49	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-2095-0	126
CDM-6423	11/08/2009 11:28	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-2227-0	198
CDM-6426	11/08/2009 11:31	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-2095-0	198
CDM-6419	11/08/2009 11:35	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-2227-0	235
CDM-6422	11/08/2009 11:36	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-2095-0	235
CDM-6440	12/08/2009 10:11	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	2.444
CDM-6436	12/08/2009 10:23	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-2227-0	522
CDM-6433	12/08/2009 10:26	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-2095-0	522
CDM-6459	12/08/2009 10:29	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	234.078
September 2009.					
CDM-6622	16/09/2009 12:37	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-2095-0	8.761
CDM-6663	24/09/2009 08:48	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-2095-0	209.621

Transaction	Tme of transaction	Type	Source Account	Destination Account	Total
CDM-6703	30/09/2009 10:59	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	8.509
October 2009					
CDM-6744	08/10/2009 08:58	03-00	CDM-100-1004-0	DE-121-1974-0	36.049
CDM-6745	08/10/2009 09:02	03-00	CDM-100-1004-0	DE-121-1974-0	12.160
CDM-6746	08/10/2009 09:04	03-00	CDM-100-1004-0	DE-121-1974-0	11.950
CDM-6747	08/10/2009 09:04	03-00	CDM-100-1004-0	DE-121-1974-0	5.592
CDM-6748	08/10/2009 09:05	03-00	CDM-100-1004-0	DE-121-1974-0	11.164
CDM-6749	08/10/2009 09:09	03-00	CDM-100-1004-0	DE-121-1974-0	23.085
CDM-6755	09/10/2009 08:26	03-00	CDM-100-1004-0	DE-121-1974-0	11.935
CDM-6756	09/10/2009 08:27	03-00	CDM-100-1004-0	DE-121-1974-0	19.716
CDM-6757	09/10/2009 08:28	03-00	CDM-100-1004-0	DE-121-1974-0	16.064
CDM-6758	09/10/2009 08:30	03-00	CDM-100-1004-0	DE-121-1974-0	12.979
CDM-6759	09/10/2009 08:31	03-00	CDM-100-1004-0	DE-121-1974-0	12.879
CDM-6760	09/10/2009 08:32	03-00	CDM-100-1004-0	DE-121-1974-0	22.721
CDM-6761	09/10/2009 08:32	03-00	CDM-100-1004-0	DE-121-1974-0	3.706
CDM-6772	11/10/2009 09:39	03-00	CDM-100-1004-0	DE-121-1974-0	49.152
CDM-6773	11/10/2009 09:42	03-00	CDM-100-1004-0	DE-121-1974-0	22.989
CDM-6774	11/10/2009 09:44	03-00	CDM-100-1004-0	DE-121-1974-0	25.110
CDM-6775	11/10/2009 09:46	03-00	CDM-100-1004-0	DE-121-1974-0	2.749
CDM-6804	13/10/2009 10:52	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-2095-0	285
CDM-6785	13/10/2009 11:27	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-2227-0	285
CDM-6847	13/10/2009 17:22	03-00	CDM-100-1004-0	DE-121-1974-0	100.000
CDM-6894	14/10/2009 15:28	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	1.925
CDM-6915	14/10/2009 16:13	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	3.672
CDM-6955	16/10/2009 10:14	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	2.444
CDM-6990	22/10/2009 14:18	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1906-0	32.075
CDM-6999	23/10/2009 09:03	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-2095-0	16.914
November 2009					
CDM-7066	03/11/2009 13:34	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-2095-0	13.841
CDM-7182	20/11/2009 13:34	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1975-0	12.702
CDM-7216	26/11/2009 12:03	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	336.123
December 2009					
CDM-7286	08/12/2009 10:33	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-3591-0	20.101
CDM-7294	08/12/2009 17:18	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	318.371
CDM-7306	08/12/2009 18:05	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-1914-0	235.539
CDM-7352	16/12/2009 06:30	03-00	CDM-110-1000-0	DE-121-2095-0	29.617
Total					5.143.359

22.2.4.2 LIST OF RECONCILIATION RESULTS

Transaction	Snapshot date & Time	Reconciliation Status	Action Begin Date & Time	Action End Date & Time	Remarks
	01/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-01 02:30:05.743	2009-01-01 02:50:33.72	
	02/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-02 02:30:04.167	2009-01-02 02:50:28.473	
	03/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-03 02:30:00.863	2009-01-03 02:50:27.13	
	04/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-04 02:30:00.833	2009-01-04 02:50:34.48	
	05/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-05 02:30:00.83	2009-01-05 02:50:25.9	
	06/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-06 02:30:00.887	2009-01-06 02:50:26.037	
	07/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-07 02:30:00.87	2009-01-07 02:50:28.313	
	08/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-08 02:30:00.583	2009-01-08 02:50:27.113	
	09/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-09 02:30:01.187	2009-01-09 02:50:27.513	
	10/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-10 02:30:00.777	2009-01-10 02:50:30.043	
	11/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-11 02:30:00.807	2009-01-11 02:50:25.557	
	12/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-12 02:30:00.707	2009-01-12 02:50:28.16	
	13/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-13 02:30:00.793	2009-01-13 02:50:30.45	
	14/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-14 02:30:01.583	2009-01-14 02:50:30.1	
	15/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-15 02:30:00.87	2009-01-15 02:50:31.23	
	16/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-16 02:30:00.697	2009-01-16 02:50:28.993	
	17/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-17 02:30:00.48	2009-01-17 02:50:31.683	
	18/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-18 02:30:00.7	2009-01-18 02:50:30.53	
	19/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-19 02:30:00.077	2009-01-19 02:50:24.623	
	20/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-20 02:30:01.34	2009-01-20 02:50:25.577	
	21/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-21 02:30:00.507	2009-01-21 02:50:27.71	
	22/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-22 02:30:05.993	2009-01-22 02:50:28.15	
	23/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-23 02:30:03.52	2009-01-23 02:50:26.333	
	24/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-24 02:30:06.573	2009-01-24 02:50:28.323	
	24/01/2009 18:42	ITL Completed	2009-01-24 18:22:40.723	2009-01-24 18:43:12.31	
	25/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-25 02:30:00.907	2009-01-25 02:50:25.86	
	26/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-26 02:30:00.647	2009-01-26 02:50:25.477	
	27/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-27 02:30:04.337	2009-01-27 02:50:32.037	
	28/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-28 02:30:01.353	2009-01-28 02:50:29.837	
	29/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-29 02:30:00.407	2009-01-29 02:50:28.093	
	30/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-30 02:30:00.66	2009-01-30 02:50:24.503	
	31/01/2009 02:50	ITL Completed	2009-01-31 02:30:00.537	2009-01-31 02:50:31.77	
	01/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-01 02:30:00.387	2009-02-01 02:50:27.34	
	02/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-02 02:30:01.58	2009-02-02 02:50:28.58	
	03/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-03 02:30:00.31	2009-02-03 02:50:27.997	
	04/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-04 02:30:00.917	2009-02-04 02:50:28.247	
	05/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-05 02:30:05.85	2009-02-05 02:50:28.96	
	06/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-06 02:30:00.963	2009-02-06 02:50:28.463	
	07/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-07 02:30:03.45	2009-02-07 02:50:24.467	
	08/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-08 02:30:00.71	2009-02-08 02:50:27.477	
	09/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-09 02:29:59.887	2009-02-09 02:50:25.95	
	10/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-10 02:30:01.087	2009-02-10 02:50:30.323	
	11/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-11 02:30:00.053	2009-02-11 02:50:27.35	
	12/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-12 02:30:02.407	2009-02-12 02:50:30.74	
	13/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-13 02:30:00.523	2009-02-13 02:50:26.343	
	14/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-14 02:30:05.833	2009-02-14 02:50:29.373	
	15/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-15 02:29:58.763	2009-02-15 02:50:27.297	
	16/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-16 02:30:05.117	2009-02-16 02:50:24.657	
	17/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-17 02:30:00.277	2009-02-17 02:50:28.19	
	18/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-18 02:30:01.0	2009-02-18 02:50:31.57	
	19/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-19 02:30:05.53	2009-02-19 02:50:27.66	
	20/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-20 02:30:00.667	2009-02-20 02:50:28.797	
	21/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-21 02:30:05.123	2009-02-21 02:50:33.63	
	22/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-22 02:30:01.053	2009-02-22 02:50:27.31	
	23/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-23 02:30:00.657	2009-02-23 02:50:29.913	
	24/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-24 02:30:00.357	2009-02-24 02:50:29.993	
	25/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-25 02:30:01.067	2009-02-25 02:50:32.09	
	26/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-26 02:30:01.347	2009-02-26 02:50:31.93	
	27/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-27 02:30:01.127	2009-02-27 02:50:31.777	
	28/02/2009 02:50	ITL Completed	2009-02-28 02:30:00.813	2009-02-28 02:50:30.517	
	01/03/2009 02:50	ITL Completed	2009-03-01 02:30:06.107	2009-03-01 02:50:30.12	
	02/03/2009 02:50	ITL Completed	2009-03-02 02:30:01.053	2009-03-02 02:50:34.03	
	03/03/2009 02:50	ITL Completed	2009-03-03 02:30:00.617	2009-03-03 02:50:35.98	

Transaction	Snapshot date & Time	Reconciliation Status	Action Begin Date & Time	Action End Date & Time	Remarks
	04/03/2009 02:50	ITL Completed	2009-03-04 02:30:03.49	2009-03-04 02:50:31.89	
	05/03/2009 02:50	ITL Completed	2009-03-05 02:30:00.487	2009-03-05 02:50:29.053	
	06/03/2009 02:50	ITL Completed	2009-03-06 02:30:00.607	2009-03-06 02:50:28.747	
DE10012256	07/03/2009 02:50	ITL Completed with Manual Intervention	2009-03-07 10:31:00.307	2009-03-07 10:31:26.693	There was a failed scheduled reconciliation: DE10012256 as a result from a problem with the ITL last night.
	07/03/2009 19:28	ITL Completed	2009-03-07 19:08:51.253	2009-03-07 19:29:24.51	
	08/03/2009 02:50	ITL Completed	2009-03-08 02:30:00.113	2009-03-08 02:50:30.253	
	09/03/2009 02:50	ITL Completed	2009-03-09 02:30:00.363	2009-03-09 02:50:27.48	
	10/03/2009 02:50	ITL Completed	2009-03-10 02:30:04.373	2009-03-10 02:50:34.49	
	11/03/2009 02:50	ITL Completed	2009-03-11 02:30:05.917	2009-03-11 02:50:37.12	
DE10013032	12/03/2009 11:17	ITL Completed with Manual Intervention	2009-03-12 10:57:11.517	2009-03-12 10:57:11.533	OSD000002873541 DE-100-3-0 1-1 EUA: 6.475.963 DE-120-1690-0 1-1 EUA: 131.055
DE10013045	12/03/2009 02:50	ITL Completed with Manual Intervention	2009-03-12 02:30:00.48	2009-03-12 10:58:00.0	Old recon not stopped.
DE10013144	12/03/2009 11:28	ITL Completed with Manual Intervention	2009-03-12 11:08:23.823	2009-03-12 11:54:00.0	CITL can not see a new reconciliation has been started. DE stopped manually.
	12/03/2009 12:21	ITL Completed	2009-03-12 12:01:24.617	2009-03-12 12:21:51.423	
	13/03/2009 02:50	ITL Completed	2009-03-13 02:30:00.67	2009-03-13 02:50:31.223	
	14/03/2009 02:50	ITL Completed	2009-03-14 02:30:01.063	2009-03-14 02:50:33.75	
	15/03/2009 02:50	ITL Completed	2009-03-15 02:30:00.633	2009-03-15 02:50:33.047	
	16/03/2009 02:50	ITL Completed	2009-03-16 02:30:03.807	2009-03-16 02:50:30.673	
	17/03/2009 02:50	ITL Completed	2009-03-17 02:30:05.943	2009-03-17 02:50:29.483	
	18/03/2009 02:50	ITL Completed	2009-03-18 02:30:00.76	2009-03-18 02:50:37.57	
	19/03/2009 02:50	ITL Completed	2009-03-19 02:30:05.5	2009-03-19 02:50:40.813	
	20/03/2009 02:50	ITL Completed	2009-03-20 02:30:03.89	2009-03-20 02:50:29.483	
DE10013296	21/03/2009 02:50	ITL Completed	2009-03-21 02:30:04.507	2009-03-21 02:50:39.123	
DE10013601	21/03/2009 17:02	ITL Completed with Manual Intervention	2009-03-21 16:42:02.9	2009-03-21 16:42:02.913	OSD000002891916
DE10013602	21/03/2009 14:52	ITL Completed with Manual Intervention	2009-03-21 14:32:47.413	2009-03-23 09:34:00.0	DE not online; a mistake from ITL
DE10013802	23/03/2009 10:22	ITL Completed	2009-03-23 10:02:28.64	2009-03-23 10:23:04.733	
	24/03/2009 02:50	ITL Completed	2009-03-24 02:30:00.237	2009-03-24 02:50:37.033	
	25/03/2009 02:50	ITL Completed	2009-03-25 02:29:59.683	2009-03-25 02:50:35.243	
	26/03/2009 02:50	ITL Completed	2009-03-26 02:30:03.703	2009-03-26 02:50:35.743	
	27/03/2009 02:50	ITL Completed	2009-03-27 02:30:01.587	2009-03-27 02:50:31.837	
	28/03/2009 02:50	ITL Completed	2009-03-28 02:30:03.96	2009-03-28 02:50:38.52	
	29/03/2009 03:50	ITL Completed	2009-03-29 03:30:03.547	2009-03-29 03:50:41.08	
	30/03/2009 03:50	ITL Completed	2009-03-30 03:30:03.337	2009-03-30 03:50:32.11	
	31/03/2009 03:50	ITL Completed	2009-03-31 03:30:00.987	2009-03-31 03:50:37.02	
	01/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-01 03:30:01.807	2009-04-01 03:50:35.067	
	02/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-02 03:30:04.723	2009-04-02 03:50:30.683	
	03/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-03 03:30:04.133	2009-04-03 03:50:34.5	
	04/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-04 03:30:03.03	2009-04-04 03:50:39.13	
	05/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-05 03:30:00.853	2009-04-05 03:50:50.477	
	06/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-06 03:30:00.867	2009-04-06 03:50:32.93	
	07/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-07 03:30:00.807	2009-04-07 03:50:33.77	
	08/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-08 03:30:05.42	2009-04-08 03:50:35.677	
	09/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-09 03:30:02.543	2009-04-09 03:50:36.167	
	10/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-10 03:30:00.487	2009-04-10 03:50:35.537	
	11/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-11 03:30:00.413	2009-04-11 03:50:35.56	
	12/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-12 03:30:03.817	2009-04-12 03:50:58.113	
	13/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-13 03:30:00.397	2009-04-13 03:50:34.857	
	14/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-14 03:30:00.677	2009-04-14 03:50:34.9	
	15/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-15 03:30:00.533	2009-04-15 03:50:36.197	
	16/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-16 03:30:00.427	2009-04-16 03:50:36.123	
	17/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-17 03:30:01.577	2009-04-17 03:50:42.55	
	18/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-18 03:30:00.39	2009-04-18 03:50:38.193	
	19/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-19 03:29:59.77	2009-04-19 03:50:33.903	
	20/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-20 03:30:03.103	2009-04-20 03:50:28.877	
	21/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-21 03:29:59.657	2009-04-21 03:50:35.937	

Transaction	Snapshot date & Time	Reconciliation Status	Action Begin Date & Time	Action End Date & Time	Remarks
	22/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-22 03:30:00.177	2009-04-22 03:50:38.187	
	23/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-23 03:30:03.457	2009-04-23 03:50:41.997	
	24/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-24 03:30:01.357	2009-04-24 03:50:37.927	
	24/04/2009 21:09	ITL Completed	2009-04-24 20:49:12.513	2009-04-24 21:09:49.94	
	25/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-25 03:30:01.957	2009-04-25 03:50:33.13	
	26/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-26 03:30:02.757	2009-04-26 03:50:38.02	
	27/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-27 03:30:06.827	2009-04-27 03:50:38.077	
	28/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-28 03:30:05.297	2009-04-28 03:50:45.817	
	29/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-29 03:30:09.05	2009-04-29 03:50:36.463	
	30/04/2009 03:50	ITL Completed	2009-04-30 03:30:11.993	2009-04-30 03:50:45.29	
	01/05/2009 02:30	ITL Completed	2009-05-01 02:10:10.643	2009-05-01 02:30:45.097	
	02/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-02 03:30:08.767	2009-05-02 03:50:39.133	
	03/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-03 03:30:10.473	2009-05-03 03:50:44.893	
	04/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-04 03:30:11.13	2009-05-04 03:50:45.207	
	05/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-05 03:30:00.87	2009-05-05 03:50:33.517	
	06/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-06 03:30:00.65	2009-05-06 03:50:39.41	
	07/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-07 03:30:00.67	2009-05-07 03:50:38.77	
	08/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-08 03:30:05.287	2009-05-08 03:50:34.477	
	09/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-09 03:30:01.513	2009-05-09 03:50:34.82	
	10/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-10 03:30:00.527	2009-05-10 03:50:23.797	
	11/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-11 03:30:03.673	2009-05-11 03:50:22.54	
	12/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-12 03:30:03.673	2009-05-12 03:50:33.073	
	13/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-13 03:30:04.697	2009-05-13 03:50:33.103	
	14/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-14 03:30:01.287	2009-05-14 03:50:35.12	
	15/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-15 03:30:04.283	2009-05-15 03:50:32.43	
	16/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-16 03:29:58.9	2009-05-16 03:50:31.797	
	16/05/2009 20:05	ITL Completed	2009-05-16 19:44:59.317	2009-05-16 20:05:31.817	
	17/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-17 03:29:57.207	2009-05-17 03:50:30.05	
	18/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-18 03:30:00.357	2009-05-18 03:50:32.58	
	19/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-19 03:30:00.217	2009-05-19 03:50:31.28	
	20/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-20 03:30:00.523	2009-05-20 03:50:37.227	
	21/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-21 03:30:00.963	2009-05-21 03:50:28.847	
	22/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-22 03:30:00.58	2009-05-22 03:50:29.433	
	23/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-23 03:30:00.823	2009-05-23 03:50:30.52	
	24/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-24 03:30:00.75	2009-05-24 03:50:31.24	
	25/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-25 03:30:00.217	2009-05-25 03:50:29.647	
	26/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-26 03:30:00.85	2009-05-26 03:50:30.663	
	27/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-27 03:30:02.563	2009-05-27 03:50:30.057	
	28/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-28 03:30:04.617	2009-05-28 03:50:29.36	
	29/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-29 03:30:05.623	2009-05-29 03:50:27.13	
	30/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-30 03:30:03.813	2009-05-30 03:50:31.25	
	30/05/2009 23:35	ITL Completed	2009-05-30 23:15:11.807	2009-05-30 23:35:42.69	
	31/05/2009 03:50	ITL Completed	2009-05-31 03:29:59.88	2009-05-31 03:50:21.887	
	01/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-01 03:30:05.25	2009-06-01 03:50:30.513	
	02/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-02 03:30:04.87	2009-06-02 03:50:28.98	
	03/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-03 03:30:00.74	2009-06-03 03:50:29.113	
	04/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-04 03:30:00.573	2009-06-04 03:50:26.087	
	05/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-05 03:30:04.053	2009-06-05 03:50:25.693	
	06/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-06 03:30:00.927	2009-06-06 03:50:30.6	
	07/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-07 03:29:59.743	2009-06-07 03:50:29.377	
	08/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-08 03:30:00.227	2009-06-08 03:50:27.99	
	09/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-09 03:30:01.21	2009-06-09 03:50:27.593	
	10/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-10 03:30:01.163	2009-06-10 03:50:32.693	
	11/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-11 03:30:00.747	2009-06-11 03:50:31.987	
	12/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-12 03:30:00.83	2009-06-12 03:50:29.993	
	13/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-13 03:30:00.047	2009-06-13 03:50:28.24	
	14/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-14 03:30:03.273	2009-06-14 03:50:23.96	
	15/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-15 03:30:00.147	2009-06-15 03:50:27.013	
	16/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-16 03:30:00.957	2009-06-16 03:50:33.517	
	17/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-17 03:30:01.183	2009-06-17 03:50:31.557	
	18/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-18 03:30:05.477	2009-06-18 03:50:31.337	
	18/06/2009 16:30	ITL Completed	2009-06-18 16:10:04.81	2009-06-18 16:30:37.013	
	19/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-19 03:30:03.037	2009-06-19 03:50:32.373	
	20/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-20 03:30:04.303	2009-06-20 03:50:33.88	
	21/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-21 03:30:01.25	2009-06-21 03:50:34.263	

Transaction	Snapshot date & Time	Reconciliation Status	Action Begin Date & Time	Action End Date & Time	Remarks
	22/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-22 03:30:00.713	2009-06-22 03:50:30.783	
	23/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-23 03:30:03.34	2009-06-23 03:50:33.55	
	24/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-24 03:30:00.343	2009-06-24 03:50:33.23	
	25/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-25 03:30:00.147	2009-06-25 03:50:25.873	
	26/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-26 03:30:02.88	2009-06-26 03:50:23.7	
	27/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-27 03:30:00.82	2009-06-27 03:50:25.753	
	28/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-28 03:30:04.013	2009-06-28 03:50:45.137	
	29/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-29 03:30:00.707	2009-06-29 03:50:25.567	
	30/06/2009 03:50	ITL Completed	2009-06-30 03:30:00.557	2009-06-30 03:50:27.65	
	01/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-01 03:30:05.133	2009-07-01 03:50:45.337	
	02/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-02 03:30:03.533	2009-07-02 03:50:27.44	
	03/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-03 03:30:03.85	2009-07-03 03:50:26.857	
	04/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-04 03:30:00.243	2009-07-04 03:50:26.767	
	04/07/2009 18:05	ITL Completed	2009-07-04 17:45:37.283	2009-07-04 18:06:29.327	
	05/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-05 03:30:00.583	2009-07-05 03:50:45.277	
	06/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-06 03:29:58.853	2009-07-06 03:50:22.07	
	07/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-07 03:29:59.173	2009-07-07 03:50:22.597	
	08/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-08 03:30:01.183	2009-07-08 03:50:28.347	
	09/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-09 03:30:03.707	2009-07-09 03:50:51.197	
	10/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-10 03:30:00.473	2009-07-10 03:50:25.31	
	11/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-11 03:30:04.63	2009-07-11 03:50:25.713	
	12/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-12 03:30:00.907	2009-07-12 03:50:27.603	
	13/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-13 03:30:01.193	2009-07-13 03:50:30.12	
	14/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-14 03:30:01.217	2009-07-14 03:50:26.467	
	15/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-15 03:30:01.09	2009-07-15 03:50:24.373	
	16/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-16 03:30:00.62	2009-07-16 03:50:22.73	
	17/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-17 03:30:06.373	2009-07-17 03:50:23.833	
	18/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-18 03:30:04.913	2009-07-18 03:50:23.31	
	19/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-19 03:30:04.773	2009-07-19 03:50:24.95	
	20/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-20 03:30:04.577	2009-07-20 03:50:25.333	
	21/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-21 03:30:05.08	2009-07-21 03:50:48.383	
	22/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-22 03:29:59.66	2009-07-22 03:50:22.263	
	23/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-23 03:30:00.797	2009-07-23 03:50:25.993	
	24/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-24 03:30:00.397	2009-07-24 03:50:30.99	
	25/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-25 03:30:01.373	2009-07-25 03:50:53.847	
	26/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-26 03:30:01.333	2009-07-26 03:50:46.84	
	27/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-27 03:30:01.517	2009-07-27 03:50:23.703	
	28/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-28 03:30:07.88	2009-07-28 03:50:25.037	
	29/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-29 03:30:00.987	2009-07-29 03:50:24.073	
	30/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-30 03:30:01.007	2009-07-30 03:50:24.42	
	31/07/2009 03:50	ITL Completed	2009-07-31 03:30:01.647	2009-07-31 03:50:25.32	
	01/08/2009 03:50	ITL Completed	2009-08-01 03:30:04.14	2009-08-01 03:50:49.427	
	02/08/2009 03:50	ITL Completed	2009-08-02 03:30:00.96	2009-08-02 03:50:46.56	
	03/08/2009 03:50	ITL Completed	2009-08-03 03:30:03.96	2009-08-03 03:50:44.123	
	04/08/2009 03:50	ITL Completed	2009-08-04 03:30:05.743	2009-08-04 03:50:44.773	
	05/08/2009 03:50	ITL Completed	2009-08-05 03:30:01.117	2009-08-05 03:50:42.787	
	06/08/2009 03:50	ITL Completed	2009-08-06 03:30:01.16	2009-08-06 03:50:24.44	
	07/08/2009 03:50	ITL Completed	2009-08-07 03:30:05.247	2009-08-07 03:50:26.387	
	08/08/2009 03:50	ITL Completed	2009-08-08 03:30:00.96	2009-08-08 03:50:49.533	
	09/08/2009 03:50	ITL Completed	2009-08-09 03:30:01.187	2009-08-09 03:50:48.967	
DE10020256	10/08/2009 03:50	ITL Completed with Manual Intervention	2009-08-10 03:30:01.13	2009-08-11 09:45:00.0	ITL: The new Common Operational Procedure for Reconciliations instructs us that the ITL should manually close any reconciliation which is stuck for 1 hour in a status of Confirmed, Initiated or Validated and immediately commence a new one. However this can only be done after some registries have been advised firstly to close the stuck reconciliation at their end and have confirmed to us that it has been done. We would therefore ask that you please conform to us your current software, version and whether it is necessary for you to close the reconciliation in your own registry before we can start a new one in the ITL?
	13/08/2009 03:50	ITL Completed	2009-08-13 03:30:05.023	2009-08-13 03:50:24.307	
	14/08/2009 03:50	ITL Completed	2009-08-14 03:30:00.547	2009-08-14 03:50:27.077	

Transaction	Snapshot date & Time	Reconciliation Status	Action Begin Date & Time	Action End Date & Time	Remarks
	15/08/2009 03:50	ITL Completed	2009-08-15 03:30:03.78	2009-08-15 03:50:49.343	
DE10020429	16/08/2009 03:50	ITL Completed with Manual Intervention	2009-08-16 03:30:03.667	2009-08-17 16:25:00.0	INC000000174339 ITL: We have a reconciliation (DE10020429) stuck in Validated in the PROD environment. Can you close it your side so that we can run another one?
DE10020545	17/08/2009 17:00	ITL Completed	2009-08-17 16:40:13.803	2009-08-17 17:00:41.187	
	18/08/2009 03:50	ITL Completed	2009-08-18 03:30:05.063	2009-08-18 03:50:25.19	
	19/08/2009 03:50	ITL Completed	2009-08-19 03:30:00.57	2009-08-19 03:50:24.68	
	20/08/2009 03:50	ITL Completed	2009-08-20 03:30:00.993	2009-08-20 03:50:23.597	
	21/08/2009 03:50	ITL Completed	2009-08-21 03:30:01.427	2009-08-21 03:50:25.303	
	22/08/2009 03:50	ITL Completed	2009-08-22 03:30:03.463	2009-08-22 03:50:47.877	
	23/08/2009 03:50	ITL Completed	2009-08-23 03:30:03.713	2009-08-23 03:50:50.573	
DE10020753	24/08/2009 03:50	ITL Completed with Manual Intervention	2009-08-24 03:30:00.413	2009-08-24 17:53:00.0	INC000000192106 Problem CITL; ITL: Susanne/CITL> I have closed this reconciliation in the ITL, can you confirm it has been closed in the CITL?
	24/08/2009 18:36	ITL Completed	2009-08-24 18:16:35.097	2009-08-24 18:36:58.43	
	25/08/2009 03:50	ITL Completed	2009-08-25 03:30:00.607	2009-08-25 03:50:24.16	
	26/08/2009 03:50	ITL Completed	2009-08-26 03:30:04.393	2009-08-26 03:50:26.447	
	27/08/2009 03:50	ITL Completed	2009-08-27 03:30:04.037	2009-08-27 03:50:45.62	
	28/08/2009 03:50	ITL Completed	2009-08-28 03:30:04.693	2009-08-28 03:50:27.967	
	29/08/2009 03:50	ITL Completed	2009-08-29 03:30:04.593	2009-08-29 03:50:52.98	
	29/08/2009 11:05	ITL Completed	2009-08-29 10:45:00.893	2009-08-29 11:06:20.877	
	30/08/2009 03:50	ITL Completed	2009-08-30 03:30:00.747	2009-08-30 03:51:08.913	
DE10021085	31/08/2009 03:50	ITL Completed with Manual Intervention	2009-08-31 03:30:00.657	2009-08-31 18:21:00.0	INC000000210317 Problem CITL
DE10021130	01/09/2009 03:50	ITL Completed with Manual Intervention	2009-09-01 03:30:04.947	2009-09-01 09:25:00.0	INC000000212257 Problem CITL
DE10021152	01/09/2009 10:35	ITL Completed	2009-09-01 10:15:59.987	2009-09-01 10:36:24.22	
	02/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-02 03:30:00.737	2009-09-02 03:50:27.423	
	03/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-03 03:30:04.287	2009-09-03 03:50:29.537	
	04/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-04 03:30:01.277	2009-09-04 03:50:47.417	
	05/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-05 03:29:59.947	2009-09-05 03:51:08.163	
	06/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-06 03:30:00.653	2009-09-06 03:51:26.937	
DE10021358	07/09/2009 03:50	ITL Completed with Manual Intervention	2009-09-07 03:30:00.893	2009-09-07 11:52:00.0	INC000000228593 Problem CITL
	07/09/2009 12:59	ITL Completed	2009-09-07 12:39:39.883	2009-09-07 13:00:04.937	
	08/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-08 03:30:00.637	2009-09-08 03:50:25.157	
	09/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-09 03:30:01.027	2009-09-09 03:50:30.017	
	10/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-10 03:30:00.807	2009-09-10 03:50:25.387	
	11/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-11 03:30:01.693	2009-09-11 03:50:28.627	
	12/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-12 03:30:03.647	2009-09-12 03:50:52.357	
	13/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-13 03:30:00.32	2009-09-13 03:50:27.41	
	14/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-14 03:30:05.21	2009-09-14 07:51:26.153	
	15/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-15 03:30:00.843	2009-09-15 03:50:24.443	
	16/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-16 03:30:00.97	2009-09-16 03:50:28.207	
	17/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-17 03:30:05.057	2009-09-17 07:51:29.04	
	18/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-18 03:30:04.483	2009-09-18 03:50:23.617	
	19/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-19 03:29:59.647	2009-09-19 03:50:48.713	
	20/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-20 03:30:01.257	2009-09-20 03:50:26.437	
	21/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-21 03:29:59.633	2009-09-21 03:50:24.17	
	22/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-22 03:30:00.83	2009-09-22 03:50:25.11	
	23/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-23 03:30:00.597	2009-09-23 03:50:26.633	
	24/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-24 03:30:00.123	2009-09-24 03:50:24.193	
DE10022066	25/09/2009 03:50	ITL Completed with Manual Intervention	2009-09-25 03:30:00.84	2009-09-25 10:39:00.0	Status "ITL Start Request Denied".
DE10022093	25/09/2009 09:48	ITL Completed with Manual Intervention	2009-09-25 09:28:19.76	2009-09-25 09:28:19.79	New start from ITL, DE not stopped manually
DE10022099	25/09/2009 10:19	ITL Completed	2009-09-25 09:59:31.257	2009-09-25 09:59:31.273	All recon stopped manually

Transaction	Snapshot date & Time	Reconciliation Status	Action Begin Date & Time	Action End Date & Time	Remarks
		with Manual Intervention			
DE10022106	25/09/2009 11:05	ITL Completed	2009-09-25 10:45:38.187	2009-09-25 11:06:05.277	
	26/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-26 03:30:04.747	2009-09-26 03:50:49.1	
	26/09/2009 18:01	ITL Completed	2009-09-26 17:41:28.657	2009-09-26 18:02:11.453	
	27/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-27 03:30:01.0	2009-09-27 03:50:30.017	
	28/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-28 03:30:01.14	2009-09-28 03:50:25.297	
	29/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-29 03:30:00.48	2009-09-29 03:50:24.967	
	30/09/2009 03:50	ITL Completed	2009-09-30 03:30:00.39	2009-09-30 03:50:25.943	
	01/10/2009 03:50	ITL Completed	2009-10-01 03:30:01.173	2009-10-01 03:50:25.42	
DE10022564	02/10/2009 03:50	ITL Completed with Manual Intervention	2009-10-02 03:30:01.5	2009-10-02 15:39:00.0	INC000000302085 External Transfer DK499890 stuck in Accepted
DE10022451	02/10/2009 16:21	ITL Completed	2009-10-02 16:01:50.067	2009-10-02 16:22:15.86	
	03/10/2009 03:50	ITL Completed	2009-10-03 03:30:01.013	2009-10-03 03:50:51.833	
	03/10/2009 16:26	ITL Completed	2009-10-03 16:06:57.17	2009-10-03 16:27:46.893	
DE10022746	04/10/2009 03:50	ITL Completed with Manual Intervention	2009-10-04 03:30:05.527	2009-10-05 09:04:00.0	CITL losing communications with the ITL
DE10022782	05/10/2009 03:50	ITL Start Request Denied	2009-10-05 03:30:00.533	2009-10-05 03:30:00.55	INC000000309224/ INC000000308303 CITL losing communications with the ITL
	06/10/2009 03:50	ITL Completed	2009-10-06 03:30:04.947	2009-10-06 03:50:26.86	
	07/10/2009 03:50	ITL Completed	2009-10-07 03:30:04.913	2009-10-07 03:50:29.25	
	08/10/2009 03:50	ITL Completed	2009-10-08 03:30:00.68	2009-10-08 03:50:29.233	
	09/10/2009 03:50	ITL Completed	2009-10-09 03:30:01.403	2009-10-09 03:50:26.997	
	10/10/2009 03:50	ITL Completed	2009-10-10 03:30:05.767	2009-10-10 03:50:29.907	
	11/10/2009 03:50	ITL Completed	2009-10-11 03:30:00.417	2009-10-11 03:50:29.43	
	12/10/2009 03:50	ITL Completed	2009-10-12 03:30:00.683	2009-10-12 03:50:25.607	
	13/10/2009 03:50	ITL Completed	2009-10-13 03:30:06.09	2009-10-13 03:50:30.427	
	14/10/2009 03:50	ITL Completed	2009-10-14 03:30:02.29	2009-10-14 03:50:29.557	
	15/10/2009 03:50	ITL Completed	2009-10-15 03:30:00.39	2009-10-15 03:50:25.623	
	16/10/2009 03:50	ITL Completed	2009-10-16 03:30:01.123	2009-10-16 03:50:27.53	
	17/10/2009 03:50	ITL Completed	2009-10-17 03:30:01.197	2009-10-17 03:50:51.067	
	18/10/2009 03:50	ITL Completed	2009-10-18 03:30:00.253	2009-10-18 03:50:47.093	
	19/10/2009 03:50	ITL Completed	2009-10-19 03:30:00.207	2009-10-19 03:50:27.22	
	19/10/2009 20:58	ITL Completed	2009-10-19 20:38:51.99	2009-10-19 20:59:36.503	
	20/10/2009 03:50	ITL Completed	2009-10-20 03:30:04.29	2009-10-20 03:50:23.337	
	21/10/2009 06:45	ITL Completed	2009-10-21 06:25:20.657	2009-10-21 06:45:47.757	
	22/10/2009 03:50	ITL Completed	2009-10-22 03:30:00.827	2009-10-22 03:50:26.07	
	23/10/2009 03:50	ITL Completed	2009-10-23 03:30:00.55	2009-10-23 03:50:26.277	
	24/10/2009 03:50	ITL Completed	2009-10-24 03:30:00.48	2009-10-24 03:50:53.503	
	24/10/2009 19:22	ITL Completed	2009-10-24 19:02:31.577	2009-10-24 19:23:28.52	
	25/10/2009 02:50	ITL Completed	2009-10-25 02:30:05.257	2009-10-25 02:50:49.937	
DE10023943	28/10/2009 02:50	ITL Completed with Manual Intervention	2009-10-28 02:30:04.98	2009-10-28 12:24:38.12	INC000000367483 Problem Time sync Summertime
	28/10/2009 12:44	ITL Completed	2009-10-28 12:24:51.307	2009-10-28 12:45:21.823	
	29/10/2009 02:50	ITL Completed	2009-10-29 02:30:00.537	2009-10-29 02:50:46.707	
	30/10/2009 02:50	ITL Completed	2009-10-30 02:30:04.623	2009-10-30 02:50:31.077	
	31/10/2009 02:50	ITL Completed	2009-10-31 02:29:59.073	2009-10-31 02:50:56.15	
	01/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-01 02:29:58.763	2009-11-01 02:50:57.473	
	02/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-02 02:30:00.213	2009-11-02 02:50:30.717	
	03/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-03 02:30:04.547	2009-11-03 02:50:28.663	
DE10024312	04/11/2009 02:50	ITL Completed with Manual Intervention	2009-11-04 02:30:00.297	2009-11-05 11:57:42.77	INC000000393721/ INC000000393473 Problem with DK-511281 and DE-82766
	05/11/2009 12:17	ITL Completed	2009-11-05 11:57:55.677	2009-11-05 12:18:28.287	
	06/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-06 02:30:01.083	2009-11-06 02:50:35.617	
	07/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-07 02:30:04.517	2009-11-07 02:50:30.173	
	07/11/2009 15:00	ITL Completed	2009-11-07 14:40:00.5	2009-11-07 15:00:35.797	
	08/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-08 02:30:05.4	2009-11-08 02:50:35.697	
	09/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-09 02:30:04.303	2009-11-09 02:51:10.537	
	10/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-10 02:29:59.897	2009-11-10 02:50:33.987	
	11/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-11 02:30:04.21	2009-11-11 02:50:26.913	
	12/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-12 02:29:59.68	2009-11-12 02:50:32.147	
	13/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-13 02:30:04.547	2009-11-13 02:50:32.5	

Transaction	Snapshot date & Time	Reconciliation Status	Action Begin Date & Time	Action End Date & Time	Remarks
	14/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-14 02:30:00.967	2009-11-14 02:51:02.957	
	15/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-15 02:30:00.667	2009-11-15 02:51:02.09	
	16/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-16 02:30:04.383	2009-11-16 02:50:29.99	
	17/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-17 02:30:00.697	2009-11-17 02:50:30.027	
	18/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-18 02:30:00.233	2009-11-18 02:50:31.357	
	19/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-19 02:30:04.94	2009-11-19 02:50:29.55	
	20/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-20 02:30:01.3	2009-11-20 02:50:31.42	
	21/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-21 02:30:00.553	2009-11-21 02:51:05.743	
	22/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-22 02:30:00.08	2009-11-22 02:50:35.127	
	23/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-23 02:30:00.027	2009-11-23 02:50:34.227	
	24/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-24 02:30:00.633	2009-11-24 02:50:31.91	
	25/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-25 02:30:00.41	2009-11-25 02:50:32.7	
	26/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-26 02:30:00.117	2009-11-26 02:50:31.42	
	27/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-27 02:30:00.787	2009-11-27 02:50:35.743	
	28/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-28 02:30:00.593	2009-11-28 02:50:53.657	
	29/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-29 02:29:59.393	2009-11-29 02:51:13.367	
	30/11/2009 02:50	ITL Completed	2009-11-30 02:30:00.157	2009-11-30 02:50:30.337	
	01/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-01 02:30:04.31	2009-12-01 02:50:31.763	
	02/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-02 02:30:04.527	2009-12-02 02:50:35.073	
	03/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-03 02:30:00.923	2009-12-03 02:50:34.813	
	04/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-04 02:30:00.493	2009-12-04 02:50:32.273	
	05/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-05 02:29:59.477	2009-12-05 02:51:04.357	
	06/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-06 02:29:59.6	2009-12-06 02:50:56.7	
	07/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-07 02:30:03.99	2009-12-07 02:50:36.163	
	08/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-08 02:30:04.773	2009-12-08 02:50:36.577	
	09/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-09 02:30:03.597	2009-12-09 02:50:28.047	
	10/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-10 02:30:00.07	2009-12-10 02:50:36.1	
	11/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-11 02:30:00.767	2009-12-11 02:50:42.62	
	12/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-12 02:30:00.577	2009-12-12 02:51:07.03	
	13/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-13 02:30:04.67	2009-12-13 02:51:07.107	
	14/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-14 02:29:59.987	2009-12-14 02:50:33.16	
	15/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-15 02:30:04.777	2009-12-15 02:50:41.973	
DE10026248	15/12/2009 13:34	ITL Completed with Manual Intervention	2009-12-15 13:14:52.617	2009-12-15 14:36:39.193	INC000000475441/ INC000000507059 Reversal of Voluntary Cancellation - DE-82818
DE10026300	15/12/2009 14:58	ITL Completed with Manual Intervention	2009-12-15 14:38:48.203	2009-12-16 11:03:24.2	INC000000475441 Reversal of Voluntary Cancellation - DE-82818
DE10026601	16/12/2009 11:23	ITL Completed with Manual Intervention	2009-12-16 11:03:22.06	2009-12-16 11:08:50.987	INC000000475441/ INC000000507059 / INC000000507765 Reversal of Voluntary Cancellation - DE-82818
	17/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-17 02:30:00.737	2009-12-17 02:50:35.407	
	17/12/2009 08:41	ITL Completed	2009-12-17 08:21:46.197	2009-12-17 08:42:17.627	
	17/12/2009 16:15	ITL Completed	2009-12-17 15:55:04.183	2009-12-17 16:15:39.29	
	18/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-18 02:30:01.04	2009-12-18 02:50:29.227	
	19/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-19 02:30:00.667	2009-12-19 02:51:06.873	
	20/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-20 02:30:04.983	2009-12-20 02:51:02.487	
	21/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-21 02:30:00.727	2009-12-21 02:50:29.813	
	22/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-22 02:29:58.197	2009-12-22 02:50:33.203	
	23/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-23 02:30:00.25	2009-12-23 02:50:35.507	
	24/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-24 02:30:00.267	2009-12-24 02:50:35.313	
	25/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-25 02:30:00.127	2009-12-25 02:50:35.39	
	26/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-26 02:30:00.42	2009-12-26 02:51:06.713	
	27/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-27 02:30:04.727	2009-12-27 02:50:59.13	
	28/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-28 02:30:00.89	2009-12-28 02:50:35.903	
	29/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-29 02:30:00.3	2009-12-29 02:50:40.237	
	30/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-30 02:29:59.737	2009-12-30 02:50:34.657	
	31/12/2009 02:50	ITL Completed	2009-12-31 02:30:04.953	2009-12-31 02:50:34.78	

22.2.4.3 SCREENSHOTS OF PUBLICLY AVAILABLE INFORMATION

Public Site

Welcome

Reporting

Public reports

Request Account

Person Holding Account

Operator Holding Account

Help

Public reports

Operator Holding Accounts	Information about operator holding accounts included in EU Emission trading Scheme, operators, representatives, contacts, installations, verified emissions and compliance status
Accounts	Information about account name, account type, account holder, account representatives and person identifier of all accounts
Authorised Persons	According to Kyoto Protocol, Decision 13/CMP.1, annex, paragraph 48 persons authorised by Germany to hold 1.0 AAU, 2.0 RMU, 3.0 ERU, 4.0 ERU und 5.0 CER
Verifier	List of authorised verifiers in the EU Emission trading Scheme by Germany
Balances and Transactions	Balances and transactions information
Joint Implementation Projects	German JI projects and issued ERUs
Commitment Period Reserve (CPR)	Information about the commitment period reserve (according decision 11/CMP.1 UNFCCC)

On this page non-confidential information about accounts, legal entities, representatives and transactions of the German Emissions Trading Registry is published according to

- Kyoto Protocol, decision 13/CMP.1, annex, paragraph 44-48 of the UNFCCC
- EU Registry Regulation No 2216/2004, annex XVI and Regulation No 916/2007

© Copyright by European Commission and Umweltbundesamt. All rights reserved. | Mon Apr 12 08:41:54 CEST 2010 | Impressum | E-Mail: anwiesung@dehst.de

<https://www.register.dehst.de/crweb/report/public/publicReportList.do>

The screenshot shows a web browser window with the URL https://www.register.dehst.de/crweb/report/public/details7.do?event=details7_1. The page title is "Issuance of Kyoto Units". The main content area contains a table with the following data:

Year	1-0 AAU	2-0 RMU	3-0 ERU	4-0 ERU
2008	4,868,096,894	0	0	0
2009	0	0	143,482	0

The page also features a navigation menu on the left with options like "Welcome", "Reporting", "Request Account", and "Help". At the bottom, there is a copyright notice: "© Copyright by European Commission and Umweltbundesamt. All rights reserved. | 15th Apr 10 16:46:22 CEST 2010 | Inprint" and an email address: "E-Mail: environment@dehst.de".

https://www.register.dehst.de/crweb/report/public/details7.do?event=details7_1

The screenshot shows a web browser window displaying the 'Public Site' of the German Emissions Trading Register. The page is titled 'Cancellations' and is divided into three sections: 'Net source cancellation', 'Non-compliance cancellation', and 'Voluntary cancellation'. Each section includes a brief explanation and a table of data for the years 2008 and 2009.

Net source cancellation
 The table below shows the total quantity of Kyoto units cancelled on the basis of activities under Article 3, paragraphs 3 and 4 of the Kyoto protocol.

Year	1-0 AAU	2-0 RMU	3-0 ERU	4-0 ERU	5-0 CER
2008	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0

Non-compliance cancellation
 The table below shows the total quantity of Kyoto units cancelled following determination by the Compliance Committee that the Party is not in compliance with its commitment under Article 3, paragraph 1. of the Kyoto protocol.

Year	1-0 AAU	2-0 RMU	3-0 ERU	4-0 ERU	5-0 CER
2008	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0

Voluntary cancellation
 The table below shows the total quantity of Kyoto units and EU-allowances (EUA) voluntary cancelled with transaction types 04-00 and 10-01.

Year	1-0 AAU	0-2 EUA	1-1 EUA	2-0 RMU	3-0 ERU	4-0 ERU	5-0 CER	6-0 ICER	7-0 ICER
2005	0	2	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	134	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	108,991	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	215	0	0	0	100,425	0	0
2009	0	0	1,205	0	86	0	193,961	0	0

https://www.register.dehst.de/crweb/report/public/details7.do?event=details7_3

Part 1

Excess issuance cancellation

The table below shows the total quantity of Kyoto units cancelled regarding excess issuance for CDM projects.

Year	1-0 AAU	2-0 RMU	3-0 ERU	4-0 ERU	5-0 CER
2008	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0

Cancellation of invalid Kyoto units

The table below shows the total quantity of other Kyoto units cancelled.

Year	1-0 AAU	2-0 RMU	3-0 ERU	4-0 ERU	5-0 CER	6-0 ICER	7-0 ICER
2008	0	0	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0	0	0

Cancellation and Replacement

The table below shows the total quantity of allowances (EUA) from the previous commitment period cancelled and replaced.

Commitment Period	0-2 EUA Cancelled	0-2 EUA Replaced	1-1 EUA Cancelled	1-1 EUA Replaced
2005-2007	82,522,724	0	0	0

© Copyright by European Commission and Umweltbundesamt. All rights reserved. | Mes Apr 12 10:46:58 CEST 2010 | [E-Mail: amasterohardt@dehst.de](mailto:amasterohardt@dehst.de)

Fertig

https://www.register.dehst.de/crweb/report/public/details7.do?event=details7_3

Part 2

Umwelt Bundes Amt D E H S T
 für Mensch und Umwelt Deutsche Umweltbundesstelle

Public Site | DE | EN

Welcome

Reporting
 Public reports

Request Account
 Person Holding Account
 Operator Holding Account

Help

In cooperation with the European Commission

Retirement and carry over

Retirement
 The table below shows the total quantity of retired Kyoto units and EU-Allowances with transaction type 04-03 und 05-00.

Year	1-0 AAU	0-2 EUA	1-1 EUA	2-0 RBM	3-0 ERU	4-0 ERU	5-0 CER	6-0 ICER	7-0 ICER
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	473,967,576	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	873,193,420	0	0	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Carry over
 The table below shows the total quantity of retired Kyoto units carried over from the previous commitment period (CP)

Commitment Period	1-0 AAU	3-0 ERU	4-0 ERU	5-0 CER
Carried over from CP 2008-2012 to CP 2013-2017	0	0	0	0

Fertig

https://www.register.dehst.de/crweb/report/public/details7.do?event=details7_4

Public Site

Welcome

Reporting

Public reports

Request Account

Person Holding Account

Operator Holding Account

Help

Authorised persons

According to national Project Mechanism Law (ProMechG, Projekt-Mechanismen-Gesetz) in Germany each account holder of a Person and Operator Holding Account is authorised to hold 3-0 ERU, 4-0 ERU, 5-0 CER and 1-0 AAU converted in 1-1 EUA. These account holders and persons are shown at the site → **Accounts** of the public area, as long as the display of personal information isn't marked as confidential.

The table below shows people authorised by Germany to hold 1-0 AAU, 2-0 RMU, 6-0 tCER and 7-0 tCER.

Name	1-0 AAU	2-0 RMU	6-0 tCER	7-0 tCER
No entries				

→ Back

In cooperation with the European Commission

© Copyright by European Commission and Umweltbundesamt. All rights reserved. | Mon, Apr 12 18:50:48 CEST 2010 | [Print](#) | E-Mail: assessments@dehst.de

Partig

<https://www.register.dehst.de/crweb/report/public/authorisedPeople.do>

The screenshot shows a web browser window displaying the public account report interface. The page title is "Information about all accounts, account holders and representatives". It features a search form with fields for Account holder, Account name, Primary authorized representative, Additional authorized representative, Account status, Account identifier, Account type, Secondary authorized representative, and Permit identifier. Below the search form is a table with 10 columns: Account identifier, Account name, Account type, Account holder, Primary authorized representative, Secondary authorized representative, Additional authorized representative, Permit identifier, Account status, and Details. The table contains 8 rows of data. A navigation bar at the bottom indicates "page 1 of 247 pages".

Account identifier	Account name	Account type	Account holder	Primary authorized representative	Secondary authorized representative	Additional authorized representative	Permit identifier	Account status	Details
DE-120-1614-0	1614 - Anlagenkonto	Operator Holding Account	24/7 Netze GmbH	vertraulich	vertraulich		DE-14310-1083	Open	People Unit types
DE-120-1613-0	1613 - Anlagenkonto	Operator Holding Account	24/7 Netze GmbH	vertraulich	vertraulich		DE-14310-1082	Open	People Unit types
DE-121-2103-0	2103 - 24/7 Trading GmbH Personenkonto	Person Holding Account	24/7 Trading GmbH	Pomplun, Ulrich	Benke, Viktor	Neberle, Michael		Open	People Unit types
DE-121-1923-0	1923 - 24staben GmbH Personenkonto	Person Holding Account	24staben GmbH	Barwing, Jörg	Bonds, Björn			Open	People Unit types
DE-120-448-0	448 - Anlagenkonto	Operator Holding Account	A. Berentz & Co. Kliner- u. Kerank-Werk	Berentz, Rainer	vertraulich		DE-14260-0171	Open	People Unit types
DE-120-447-0	447 - Anlagenkonto	Operator Holding Account	A. Berentz & Co. Kliner- u. Kerank-Werk	Berentz, Rainer	vertraulich		DE-14260-0170	Open	People Unit types
DE-120-932-0	932 - Anlagenkonto	Operator Holding Account	A. Wattenbach & Cie. GmbH	Stüttgen, Oliver	Buchneier, Walter		DE-14310-0326	Closed	People Unit types
DE-120-695-0	695 - Anlagenkonto	Operator Holding Account	A. Oberauf GmbH	vertraulich	vertraulich		DE-14200-0060	Open	People Unit types

<https://www.register.dehst.de/crweb/report/public/account.do>

The screenshot shows a Mozilla Firefox browser window displaying the public report page for the Commitment Period Reserve (CPR) on the German registry website. The page title is "Commitment period reserve (CPR)". The browser address bar shows the URL: <https://www.register.dehst.de/crweb/report/public/cpr.do>. The page content includes a table with the following data:

Assigned Amount for current commitment period ¹	4,868,096,894
Commitment period reserve (CPR) ²	4,381,287,024
Current holdings of Kyoto units ³	4,990,938,998
Current limit for external transactions ⁴	609,651,974

Below the table, there are four explanatory paragraphs:

¹This line shows the Assigned Amount for Germany according to Kyoto Protocol, decision 11/CMP.1, annex, paragraphs 6 and 8.

²Each Party is required to maintain a minimum quantity of Kyoto units in its national registry at all time. This minimum quantity, the Commitment Period Reserve (CPR), was established in order to reduce the risk of a Party transferring away Kyoto units to such an extent that it would later experience compliance difficulties. The CPR is 90 % of the Assigned Amount.

³This line shows the current quantity of Kyoto units in sum of each account at German registry. Kyoto units are 1-0 AAU, 1-1 EUA, 2-0 RMU, 3-0 ERU, 4-0 ERU and 5-0 CER. The value in line 3 has always to be greater than the CPR in line 2.

⁴The German registry and the IFL will check each external transfer to ensure that the German registry contains a sufficient quantity of Kyoto units to carry out the transfer without infringing on the CPR. This current limit for an external transaction is shown in this line. The figure is calculated by subtracting the value of line 3 from them of line 2.

At the bottom of the page, there is a "Back" link and a copyright notice: "© Copyright by European Commission and Umweltbundesamt. All rights reserved. | Mon, Apr 12, 10:59:04 CEST 2010 | register | E-Mail: anastomihanski@bunat.de".

<https://www.register.dehst.de/crweb/report/public/cpr.do>

22.2.4.4 List of publicly available information for each account

Account identifier

Account name

Account type

Account holder

Primary authorized representative

- Role
- Name
- Person Identifier
- Additional address
- Address
- Postal Code and City
- Country
- Tel
- Tel 2
- Fax
- Email

Secondary authorized representative

- Contact information please see Primary authorized representative

Additional authorized representative

- Contact information please see Primary authorized representative

Permit identifier**Allowances (tradable unit types for this account)****Publicly available information for each JI project**

- Project name
- Project location
- Years of ERU issuance
- Downloadable reports

Publicly available holding information

- The total quantity of AAU issued on the basis of the assigned amount pursuant to Article 3, paragraphs 7 and 8
- The total quantity of ERU issued on the basis of Article 6 projects
- The total quantity of ERU, CER, AAU and RMU acquired from other registries and the identity of the transferring accounts and registries
- The total quantity of RMU issued on the basis of each activity under Article 3, paragraphs 3 and 4
- The total quantity of ERU, CER, AAU and RMU transferred to other registries and the identity of the acquiring accounts and registries
- The total quantity of ERU, CER, AAU and RMU cancelled on the basis of activities under Article 3, paragraphs 3 and 4
- The total quantity of ERU, CER, AAU and RMU cancelled following determination by the Compliance Committee that the Party is not in compliance with its commitment under Article 3, paragraph 1
- The total quantity of other ERU, CER, AAU and RMU cancelled
- The total quantity of ERUs, CERs, AAUs and RMUs retired
- The total quantity of ERUs, CERs, and AAUs carried over from the previous commitment period

22.3 Zusatzinformationen zu den Trends der Treibhausgase

Hier finden sie die detaillierten Tabellen zur Trenddiskussion der Kapitel 0.2 und 2.

Tabelle 318: 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	2005	2006	2007	2008	2009
<i>Netto-CO₂-Emissionen/- Einbindungen</i>	1.010.787	973.163	925.675	916.621	900.385	898.840	919.567	890.637	882.712	855.487	858.973	874.554	907.982	906.523	897.673	880.091	884.793	862.710	863.541	807.268
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	1.041.688	1.004.309	957.117	948.237	932.049	930.420	951.353	922.536	914.621	887.507	890.994	907.051	890.934	889.848	881.167	863.955	870.164	847.276	847.967	788.803
CH ₄	107.293	102.596	98.915	98.749	94.708	92.198	89.821	85.249	80.191	78.374	74.759	71.745	68.474	64.888	59.796	57.225	54.172	52.048	51.262	48.799
N ₂ O	87.831	84.492	84.772	82.595	82.322	82.614	84.603	81.710	68.460	64.879	64.992	65.952	64.875	63.669	67.290	64.922	63.801	66.308	67.360	66.894
HFCs	4.369	4.013	4.189	6.159	6.330	6.469	5.855	6.392	6.961	7.204	6.483	7.891	8.794	8.623	9.233	10.001	10.539	11.145	11.474	11.952
PFCs	2.708	2.333	2.102	1.961	1.650	1.750	1.714	1.368	1.471	1.240	781	717	789	851	822	709	571	530	531	432
SF ₆	4.785	5.118	5.634	6.405	6.993	7.220	6.932	6.905	6.705	5.070	4.826	4.346	3.570	3.490	3.658	3.726	3.651	3.537	3.288	3.223

<i>Gesamt-Emissionen / - Einbindungen inkl. LULUCF</i>	1.217.772	1.171.715	1.121.287	1.112.490	1.092.387	1.089.091	1.108.491	1.072.261	1.046.501	1.012.254	1.010.814	1.025.205	1.054.485	1.048.043	1.038.472	1.016.673	1.017.528	996.276	997.455	938.568
Gesamt-Emissionen ohne CO ₂ aus LULUCF	1.248.673	1.202.861	1.152.730	1.144.106	1.124.051	1.120.670	1.140.277	1.104.160	1.078.409	1.044.274	1.042.835	1.057.702	1.037.437	1.031.368	1.021.966	1.000.537	1.002.898	980.843	981.881	920.103

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	2005	2006	2007	2008	2009
1. Energie	1.019.041	983.909	934.694	926.967	905.413	903.117	925.344	893.686	884.476	859.991	857.747	878.128	863.475	855.429	842.054	826.035	830.703	807.504	809.591	760.126
2. Industrieprozesse	94.532	90.578	92.554	92.704	98.906	97.013	95.748	95.470	81.403	74.316	77.143	74.409	72.856	78.275	83.385	80.685	81.938	84.623	82.017	73.324
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	2.052	2.074	1.949	1.812	1.786
4. Landwirtschaft	86.740	79.648	77.077	76.948	74.128	76.403	77.114	76.386	76.456	77.242	77.191	76.410	74.073	72.522	74.095	73.402	71.778	71.466	74.508	72.702
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft	-30.129	-30.379	-30.647	-30.845	-30.895	-30.815	-31.016	-31.135	-31.145	-31.257	-31.257	-31.736	17.809	17.445	17.268	16.897	15.270	16.404	16.344	18.869
CO ₂	-30.901	-31.146	-31.442	-31.616	-31.664	-31.579	-31.786	-31.899	-31.909	-32.020	-32.022	-32.497	17.048	16.675	16.506	16.136	14.629	15.434	15.575	18.464
N ₂ O & CH ₄	772	767	795	771	769	765	770	765	763	763	765	761	761	770	762	762	641	970	769	405
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	17.602	15.764	14.331	13.182	11.760

Tabelle 319: 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
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	83,4	83,5	83,0	82,9	82,9	83,0	83,4	83,6	84,8	85,0	85,4	85,8	85,9	86,3	86,2	86,3	86,8	86,4	86,4	85,7
CH ₄	8,6	8,5	8,6	8,6	8,4	8,2	7,9	7,7	7,4	7,5	7,2	6,8	6,6	6,3	5,9	5,7	5,4	5,3	5,2	5,3
N ₂ O	7,0	7,0	7,4	7,2	7,3	7,4	7,4	7,4	6,3	6,2	6,2	6,2	6,3	6,2	6,6	6,5	6,4	6,8	6,9	7,3
HFCs	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3
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
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
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

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
1. Energie	81,6	81,8	81,1	81,0	80,5	80,6	81,2	80,9	82,0	82,4	82,3	83,0	83,2	82,9	82,4	82,6	82,8	82,3	82,5	82,6
2. Industrieprozesse	7,6	7,5	8,0	8,1	8,8	8,7	8,4	8,6	7,5	7,1	7,4	7,0	7,0	7,6	8,2	8,1	8,2	8,6	8,4	8,0
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
4. Landwirtschaft	6,9	6,6	6,7	6,7	6,6	6,8	6,8	6,9	7,1	7,4	7,4	7,2	7,1	7,0	7,3	7,3	7,2	7,3	7,6	7,9
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft (N ₂ O)	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	0,0
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	1,3	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

Tabelle 320: 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	2005	2006	2007	2008	2009
Netto-CO₂-Emissionen/ - Einbindungen	1.010.787	973.163	925.675	916.621	900.385	898.840	919.567	890.637	882.712	855.487	858.973	874.554	907.982	906.523	897.673	880.091	884.793	862.710	863.541	807.268
CO₂-Emissionen (ohne LULUCF)	1.041.688	1.004.309	957.117	948.237	932.049	930.420	951.353	922.536	914.621	887.507	890.994	907.051	890.934	889.848	881.167	863.955	870.164	847.276	847.967	788.803
CH₄	5.109	4.886	4.710	4.702	4.510	4.390	4.277	4.059	3.819	3.732	3.560	3.416	3.261	3.090	2.847	2.725	2.580	2.478	2.441	2.324
N₂O	283	273	273	266	266	266	273	264	221	209	210	213	209	205	217	209	206	214	217	216
HFCs (CO₂-äquivalent)	4.369	4.013	4.189	6.159	6.330	6.469	5.855	6.392	6.961	7.204	6.483	7.891	8.794	8.623	9.233	10.001	10.539	11.145	11.474	11.952
PFCs (CO₂-äquivalent)	2.708	2.333	2.102	1.961	1.650	1.750	1.714	1.368	1.471	1.240	781	717	789	851	822	709	571	530	531	432
SF₆ (CO₂-äquivalent)	4.785	5.118	5.634	6.405	6.993	7.220	6.932	6.905	6.705	5.070	4.826	4.346	3.570	3.490	3.658	3.726	3.651	3.537	3.288	3.223
CO	12.259	10.084	8.718	7.900	6.947	6.560	6.127	6.000	5.564	5.189	4.894	4.640	4.345	4.160	3.933	3.717	3.649	3.554	3.488	3.086
NMVOG	3.750	3.219	2.963	2.766	2.269	2.156	2.072	2.028	1.981	1.821	1.662	1.569	1.500	1.430	1.436	1.413	1.402	1.347	1.296	1.284
NO_x	2.942	2.717	2.551	2.443	2.295	2.209	2.128	2.047	2.001	1.973	1.911	1.830	1.737	1.676	1.643	1.581	1.584	1.521	1.465	1.367
SO₂	5.312	3.929	3.205	2.860	2.394	1.725	1.460	1.221	983	810	656	650	601	586	571	539	543	517	507	448

Tabelle 321: Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO₂ in Deutschland seit 1990

Emissionsentwicklung gegenüber dem Basisjahr bzw. 1990 (%)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Netto-CO₂-Emissionen/ - Einbindungen	0,0	-3,7	-8,4	-9,3	-10,9	-11,1	-9,0	-11,9	-12,7	-15,4	-15,0	-13,5	-10,2	-10,3	-11,2	-12,9	-12,5	-14,6	-14,6	-20,1
CO₂-Emissionen (ohne LULUCF)	0,0	-3,6	-8,1	-9,0	-10,5	-10,7	-8,7	-11,4	-12,2	-14,8	-14,5	-12,9	-14,5	-14,6	-15,4	-17,1	-16,5	-18,7	-18,6	-24,3
CH₄	0,0	-4,4	-7,8	-8,0	-11,7	-14,1	-16,3	-20,5	-25,3	-27,0	-30,3	-33,1	-36,2	-39,5	-44,3	-46,7	-49,5	-51,5	-52,2	-54,5
N₂O	0,0	-3,8	-3,5	-6,0	-6,3	-5,9	-3,7	-7,0	-22,1	-26,1	-26,0	-24,9	-26,1	-27,5	-23,4	-26,1	-27,4	-24,5	-23,3	-23,8
HFCs (CO₂-äquivalent)						0,0	-9,5	-1,2	+7,6	+11,4	+0,2	+22,0	+36,0	+33,3	+42,7	+54,6	+62,9	+72,3	+77,4	+84,8
PFCs (CO₂-äquivalent)						0,0	-2,1	-21,8	-15,9	-29,1	-55,3	-59,0	-54,9	-51,4	-53,0	-59,5	-67,4	-69,7	-69,6	-75,3
SF₆ (CO₂-äquivalent)						0,0	-4,0	-4,4	-7,1	-29,8	-33,2	-39,8	-50,6	-51,7	-49,3	-48,4	-49,4	-51,0	-54,5	-55,4
Entwicklung der Gesamt-THG																				
Gesamt-Emissionen gegen EU Lastenverteilung¹⁰³	+1,3	-2,4	-6,5	-7,2	-8,8	-9,1	-7,5	-10,4	-12,5	-15,3	-15,4	-14,2	-15,8	-16,3	-17,1	-18,8	-18,6	-20,4	-20,3	-25,3
CO	0,0	-17,7	-28,9	-35,6	-43,3	-46,5	-50,0	-51,1	-54,6	-57,7	-60,1	-62,2	-64,6	-66,1	-67,9	-69,7	-70,2	-71,0	-71,5	-74,8
NMVOG	0,0	-14,1	-21,0	-26,2	-39,5	-42,5	-44,7	-45,9	-47,2	-51,4	-55,7	-58,1	-60,0	-61,9	-61,7	-62,3	-62,6	-64,1	-65,4	-65,8
NO_x	0,0	-7,6	-13,3	-17,0	-22,0	-24,9	-27,7	-30,4	-32,0	-33,0	-35,1	-37,8	-41,0	-43,0	-44,2	-46,3	-46,2	-48,3	-50,2	-53,5
SO₂	0,0	-26,0	-39,7	-46,2	-54,9	-67,5	-72,5	-77,0	-81,5	-84,8	-87,6	-87,8	-88,7	-89,0	-89,3	-89,9	-89,8	-90,3	-90,5	-91,6

¹⁰³ Festgelegte Basisjahr-Emissionen von 1.232.430 Gg CO₂ äquivalent, s. Kapitel 0.2

Tabelle 322: Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO₂ in Deutschland, seit dem jeweils letzten Jahr

Emissionsentwicklung gegenüber dem jeweils letzten Jahr (%)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<i>Netto-CO₂-Emissionen/ - Einbindungen</i>	0,0	-3,7	-4,9	-1,0	-1,8	-0,2	+2,3	-3,1	-0,9	-3,1	+0,4	+1,8	+3,8	-0,2	-1,0	-2,0	+0,5	-2,5	+0,1	-6,5
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF)	0,0	-3,6	-4,7	-0,9	-1,7	-0,2	+2,2	-3,0	-0,9	-3,0	+0,4	+1,8	-1,8	-0,1	-1,0	-2,0	+0,7	-2,6	+0,1	-7,0
CH ₄	0,0	-4,4	-3,6	-0,2	-4,1	-2,7	-2,6	-5,1	-5,9	-2,3	-4,6	-4,0	-4,6	-5,2	-7,8	-4,3	-5,3	-3,9	-1,5	-4,8
N ₂ O	0,0	-3,8	+0,3	-2,6	-0,3	+0,4	+2,4	-3,4	-16,2	-5,2	+0,2	+1,5	-1,6	-1,9	+5,7	-3,5	-1,7	+3,9	+1,6	-0,7
HFCs (CO ₂ -äquivalent)	0,0	-8,1	+4,4	+47,0	+2,8	+2,2	-9,5	+9,2	+8,9	+3,5	-10,0	+21,7	+11,4	-2,0	+7,1	+8,3	+5,4	+5,7	+2,9	+4,2
PFCs (CO ₂ -äquivalent)	0,0	-13,8	-9,9	-6,7	-15,9	+6,1	-2,1	-20,2	+7,5	-15,7	-37,0	-8,2	+10,0	+7,8	-3,3	-13,8	-19,4	-7,2	+0,3	-18,6
SF ₆ (CO ₂ -äquivalent)	0,0	+7,0	+10,1	+13,7	+9,2	+3,3	-4,0	-0,4	-2,9	-24,4	-4,8	-10,0	-17,8	-2,3	+4,8	+1,9	-2,0	-3,1	-7,0	-2,0
Entwicklung der Gesamt-THG-Emissionen und -Einbindungen																				
<i>Gesamt-Emissionen / - Einbindungen inkl. LULUCF</i>	0,0	-3,8	-4,3	-0,8	-1,8	-0,3	+1,8	-3,3	-2,4	-3,3	-0,1	+1,4	+2,9	-0,6	-0,9	-2,1	+0,1	-2,1	+0,1	-5,9
Gesamt-Emissionen ohne CO ₂ aus LULUCF	0,0	-3,7	-4,2	-0,7	-1,8	-0,3	+1,7	-3,2	-2,3	-3,2	-0,1	+1,4	-1,9	-0,6	-0,9	-2,1	+0,2	-2,2	+0,1	-6,3
CO	0,0	-17,7	-13,5	-9,4	-12,1	-5,6	-6,6	-2,1	-7,3	-6,7	-5,7	-5,2	-6,3	-4,3	-5,5	-5,5	-1,8	-2,6	-1,9	-11,5
NMVOG	0,0	-14,1	-8,0	-6,7	-18,0	-5,0	-3,9	-2,1	-2,3	-8,1	-8,7	-5,6	-4,4	-4,6	+0,4	-1,6	-0,8	-3,9	-3,8	-1,0
NO _x	0,0	-7,6	-6,1	-4,2	-6,1	-3,8	-3,6	-3,8	-2,2	-1,4	-3,1	-4,3	-5,0	-3,6	-1,9	-3,7	+0,2	-4,0	-3,7	-6,7
SO ₂	0,0	-26,0	-18,4	-10,8	-16,3	-27,9	-15,4	-16,3	-19,5	-17,6	-18,9	-0,9	-7,7	-2,4	-2,6	-5,6	+0,9	-4,8	-2,1	-11,5

Tabelle 323: 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
1. Energie	0,0	-3,4	-8,3	-9,0	-11,2	-11,4	-9,2	-12,3	-13,2	-15,6	-15,8	-13,8	-15,3	-16,1	-17,4	-18,9	-18,5	-20,8	-20,6	-25,4
2. Industrieprozesse	0,0	-4,2	-2,1	-1,9	4,6	2,6	1,3	1,0	-13,9	-21,4	-18,4	-21,3	-22,9	-17,2	-11,8	-14,6	-13,3	-10,5	-13,2	-22,4
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	0,0	-3,1	-7,1	-9,0	-20,8	-20,6	-22,5	-23,0	-23,6	-29,3	-35,0	-40,0	-44,5	-49,4	-51,0	-54,2	-53,7	-56,5	-59,5	-60,1
4. Landwirtschaft	0,0	-8,2	-11,1	-11,3	-14,5	-11,9	-11,1	-11,9	-11,9	-11,0	-11,0	-11,9	-14,6	-16,4	-14,6	-15,4	-17,2	-17,6	-14,1	-16,2
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft	0,0	0,8	1,7	2,4	2,5	2,3	2,9	3,3	3,4	3,7	3,7	5,3	-158,7	-157,5	-156,9	-155,7	-150,3	-153,9	-154,0	-162,3
CO ₂ (Netto-Senke)	0,0	0,8	1,7	2,3	2,5	2,2	2,9	3,2	3,3	3,6	3,6	5,2	-154,8	-153,6	-153,0	-151,8	-146,9	-149,4	-150,2	-159,4
N ₂ O & CH ₄	0,0	-0,6	3,0	-0,1	-0,5	-1,0	-0,2	-1,0	-1,2	-1,1	-1,0	-1,4	-1,4	-0,3	-1,3	-1,4	-17,1	25,5	-0,4	-47,6
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	-69,4	-72,7

Emissionsentwicklung, gegenüber dem jeweils letzten Jahr, Veränderung in %	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1. Energie	0,0	-3,4	-5,0	-0,8	-2,3	-0,3	2,5	-3,4	-1,0	-2,8	-0,3	2,4	-1,7	-0,9	-1,6	-1,9	0,6	-2,8	0,3	-6,1
2. Industrieprozesse	0,0	-4,2	2,2	0,2	6,7	-1,9	-1,3	-0,3	-14,7	-8,7	3,8	-3,5	-2,1	7,4	6,5	-3,2	1,6	3,3	-3,1	-10,6
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	-1,5
4. Landwirtschaft	0,0	-8,2	-3,2	-0,2	-3,7	3,1	0,9	-0,9	0,1	1,0	-0,1	-1,0	-3,1	-2,1	2,2	-0,9	-2,2	-0,4	4,3	-2,4
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft	0,0	0,8	0,9	0,6	0,2	-0,3	0,7	0,4	0,0	0,4	0,0	1,5	-155,7	-2,1	-1,0	-2,2	-9,7	7,2	0,2	15,3
CO ₂ (Netto-Senke)	0,0	0,8	0,9	0,6	0,2	-0,3	0,7	0,4	0,0	0,3	0,0	1,5	-152,1	-2,2	-1,0	-2,3	-9,4	5,3	1,5	18,4
N ₂ O & CH ₄	0,0	-0,6	3,6	-3,0	-0,4	-0,5	0,7	-0,7	-0,2	0,0	0,1	-0,4	0,0	1,1	-1,0	-0,1	-15,9	51,4	-20,7	-47,4
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	-8,0	-10,8

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 sowie mittels IPCC-Conservativeness-Factors¹⁰⁴ aus Adjustment-Verfahren abgeleitete Unsicherheiten 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 324 dargestellt.

¹⁰⁴ FCCC/SBSTA/2003/10/Add.2, Annex III, p 24-27

Tabelle 324: Tabelle 6.1 der IPCC Good Practice Guidance - Details

IPCC Source	Fuel Category	Gas	Base year emissions	2009 emissions	Combined Uncertainty as % of total nat. emissions in 2009	Tier1 Level Assessment	Uncertainty introduced into the trend in total
Category			[Gg CO ₂ equi.]	[Gg CO ₂ equi.]	[%]	[%]	[%]
1 A 1 a	all fuels	Methan	185769,0282	1567841,226	0,102197956	0,540304623	0,111006978
1 A 1 a	all fuels	Kohlendioxid	339017879,1	305235010,1	1,395372066	7,377114085	1,515647107
1 A 1 a	all fuels	Lachgas	3610029,887	3371102,864	0,082064978	0,433864716	0,089138624
1 A 1 b	all fuels	Kohlendioxid	20005878,03	20270164,09	0,125268811	0,66227663	0,136066441
1 A 1 b	all fuels	Methan	13286,2107	7340,273354	0,00023756	0,001255941	0,000258036
1 A 1 b	all fuels	Lachgas	121864,813	62808,73838	0,002267091	0,011985755	0,002462504
1 A 1 c	all fuels	Methan	85304,4171	13799,20193	0,001509108	0,007978417	0,001639186
1 A 1 c	all fuels	Lachgas	684167,613	147748,4877	0,004547762	0,024043307	0,004939759
1 A 1 c	all fuels	Kohlendioxid	64393840,73	13029883,47	0,085331343	0,451133478	0,092686536
1 A 2 a	all fuels	Methan	52068,324	49458,8001	0,001314836	0,006951334	0,001428169
1 A 2 a	all fuels	Lachgas	145518,03	82707,32204	0,003661189	0,019356134	0,003976768
1 A 2 a	all fuels	Kohlendioxid	15581847,2	11564432,97	0,058660213	0,310127381	0,06371647
1 A 2 b	all fuels	Kohlendioxid	1601180,1	1490711,884	0,016927857	0,089494937	0,018386966
1 A 2 b	all fuels	Methan	1164,3765	1374,130934	0,000100082	0,000529116	0,000108708
1 A 2 b	all fuels	Lachgas	17833,99	8018,455956	0,000536578	0,002836804	0,000582829
1 A 2 d	all fuels	Kohlendioxid	3646,958126	14312,7856	8,64778E-05	0,000457194	9,39318E-05
1 A 2 d	all fuels	Methan	549,270225	2267,8425	0,000102195	0,00054029	0,000111004
1 A 2 d	all fuels	Lachgas	2918,97891	12051,963	0,000650853	0,003440959	0,000706954
1 A 2 e	all fuels	Kohlendioxid	1989239	162891,2796	0,001041654	0,005507059	0,00113144
1 A 2 e	all fuels	Methan	3765,405	94,43175976	3,9932E-06	2,11114E-05	4,3374E-06
1 A 2 e	all fuels	Lachgas	25637,775	1846,431493	0,000110841	0,000585999	0,000120395
1 A 2 f	all fuels	Kohlendioxid	156458915,3	88571204,42	0,279619964	1,478307059	0,303721996
1 A 2 f	all fuels	Methan	179080,9592	86969,24974	0,003197297	0,016903608	0,00347289
1 A 2 f	all fuels	Lachgas	1220475,013	649766,6584	0,008647861	0,045719891	0,009393269
1 A 3 a	Aviation Gasoline	Kohlendioxid	2309638,037	2110277,331	0,018359187	0,097062154	0,01994167
1 A 3 a	Aviation Gasoline	Methan	1998,359049	1742,82462	0,000176226	0,000931682	0,000191416
1 A 3 a	Aviation Gasoline	Lachgas	23987,59486	22001,18661	0,002523928	0,013343613	0,00274148
1 A 3 b	all fuels	Kohlendioxid	150358324,9	144615512,3	1,436612454	7,595145569	1,560442238
1 A 3 b	all fuels	Methan	1271099,748	131574,1066	0,003927591	0,020764557	0,004266065
1 A 3 b	all fuels	Lachgas	608351,4068	938874,9413	0,047618625	0,251752232	0,051723145
1 A 3 c	all fuels	Kohlendioxid	2880820,12	1126695,76	0,012543332	0,066314639	0,013624515
1 A 3 c	all fuels	Methan	2309,5212	462,8925316	1,67308E-05	8,84529E-05	1,81729E-05
1 A 3 c	all fuels	Lachgas	12636,22	4942,64	0,000381252	0,002015621	0,000414115
1 A 3 d	Diesel Oil	Kohlendioxid	2065668,2	722857	0,036217197	0,191474659	0,03933897
1 A 3 d	Diesel Oil	Methan	1674,2124	509,981982	3,00714E-05	0,000158983	3,26634E-05
1 A 3 d	Diesel Oil	Lachgas	8590,1	3170,7451	0,0002854	0,001508865	0,00031
1 A 3 e	all fuels	Kohlendioxid	4302257,58	3607559,86	0,170655232	0,902227549	0,185364976
1 A 3 e	all fuels	Methan	6745,606954	3053,143393	0,000107748	0,000569645	0,000117035
1 A 3 e	all fuels	Lachgas	26509,24142	17986,71917	0,001162719	0,006147111	0,00126294

IPCC Source	Fuel Category	Gas	Base year emissions	2009 emissions	Combined Uncertainty as % of total nat. emissions in 2009	Tier1 Level Assessment	Uncertainty introduced into the trend in total
Category			[Gg CO ₂ equi.]	[Gg CO ₂ equi.]	[%]	[%]	[%]
1 A 4 a	all fuels	Kohlendioxid	63949629,39	37579372,86	0,305224448	1,613673963	0,331533476
1 A 4 a	all fuels	Methan	1216099,165	56466,54579	0,003290082	0,017394148	0,003573673
1 A 4 a	all fuels	Lachgas	144213,4706	100378,4202	0,004756508	0,025146914	0,005166498
1 A 4 b	all fuels	Kohlendioxid	129473971,1	102420894,2	0,904793568	4,783502217	0,982782863
1 A 4 b	all fuels	Methan	1200405,626	572061,3098	0,041642298	0,220156323	0,045231684
1 A 4 b	all fuels	Lachgas	801899,2776	375042,1794	0,011772835	0,06224114	0,012787603
1 A 4 c	all fuels	Kohlendioxid	11059780,98	6051814,294	0,078887344	0,41706506	0,085687092
1 A 4 c	all fuels	Methan	177174,3823	24766,34257	0,001367783	0,007231256	0,00148568
1 A 4 c	all fuels	Lachgas	41727,26978	32897,09993	0,001405644	0,00743142	0,001526804
1 A 5	all fuels	Kohlendioxid	11811085,44	1339130,99	0,006436001	0,034026134	0,006990757
1 A 5	all fuels	Methan	235607,8316	4368,8055	0,000170089	0,000899232	0,00018475
1 A 5	all fuels	Lachgas	70377,15169	9967,91599	0,000639043	0,003378519	0,000694125
1 B 1 a	Solid Fuels	Methan	18415177,65	2763938,852	0,409476566	2,164838623	0,007792915
1 B 1 b	Solid Fuels	Methan	18089,82	6967,359	7,76105E-05	0,000410314	8,43002E-05
1 B 1 c	Solid Fuels	Methan	1806840	75285	0,012048657	0,063699366	0,013087199
1 B 2 a	Liquid Fuels	Kohlendioxid	1183,062534	938,8918088	0,000140544	0,000743036	2,03782E-05
1 B 2 a	Liquid Fuels	Methan	836168,6457	428912,0668	0,002997517	0,015847406	0,008222873
1 B 2 b	Gaseous Fuels	Kohlendioxid	1422419,85	1351144,119	0,216526018	1,144739224	3,19217E-08
1 B 2 b	Gaseous Fuels	Methan	6782343,439	6912699,44	0,067882637	0,358884894	0,073733829
1 B 2 c		Kohlendioxid	291499,8474	305959,8014	0,002808999	0,014850738	0,008364425
1 B 2 c		Methan	1427,856843	1445,448719	7,94784E-06	4,2019E-05	3,50875E-05
1 B 2 c		Lachgas	1102,340898	903,2737373	0	0	0
2 A 1		Kohlendioxid	15145810	12312751,71	0,042058713	0,222357843	0,045683992
2 A 2		Kohlendioxid	6176470,195	4539452,724	0,051892188	0,274345891	0,056365071
2 A 4		Kohlendioxid	379399,64	224836,21	0,012003899	0,06346274	0,013038583
2 A 7 ceramics		Kohlendioxid	531112,9	318460,796	0,010357156	0,054756665	0,011249898
2 A 7 glass		Kohlendioxid	695617,0705	679082,3524	0,004648372	0,024575218	0,005049042
2 B 1		Kohlendioxid	5745000	6845000	0,004117098	0,021766453	0,002439259
2 B 2		Lachgas	3384400,15	3309024,088	0,018002198	0,095174806	0,019553909
2 B 3		Lachgas	18804600	8569989,567	0,193750302	1,024327571	0,21045074
2 B 4		Kohlendioxid	443160	16146	0,000243623	0,001287998	0,000264623
2 B 5		Kohlendioxid	6888160,698	8749583,962	0,203804193	1,077480926	0,057506641
2 B 5		Methan	252,85995	310,93083	5,02019E-06	2,6541E-05	5,45291E-06
2 B 5		Lachgas	292686,5	62000	0,009922517	0,052458799	0,005577213
2 C 1		Methan	3918,6	3532,434847	4,90924E-05	0,000259544	5,62873E-05
2 C 1		Kohlendioxid	22711891,28	11669490,61	0,114403767	0,604834843	0,124264878
2 C 1		Lachgas	27613,095	10624,47615	0,0008076	0,004269654	0,000877212
2 C 2		Kohlendioxid	429000	7920	0,000426628	0,002255514	0,000463401
2 C 3		Kohlendioxid	1011923,117	398753,9	0,006395847	0,033813845	0,006947142
2 C 3		CF4	1358500	216521,5	0,003465223	0,018320093	0,000250927
2 C 3		C2F6	193200	30691,2	0,000492166	0,002602006	3,55681E-05
2 C 4		Schwefelhexafluorid	C	C	0,002998761	0,01585398	0,003253709

IPCC Source	Fuel Category	Gas	Base year emissions	2009 emissions	Combined Uncertainty as % of total nat. emissions in 2009	Tier1 Level Assessment	Uncertainty introduced into the trend in total
Category			[Gg CO ₂ equi.]	[Gg CO ₂ equi.]	[%]	[%]	[%]
2 C 5		HFC-134a	C	C	0,000484202	0,0025599	0,000525282
2 E		HFC-23	C	C	0,007739564	0,040917864	0,008406681
2 E		HFC-134a	C	C	0,000146372	0,000773846	0,000158989
2 E		HFC-227ea	C	C	7,02365E-05	0,000371329	7,62906E-05
2 E		Schwefelhexafluorid	167300	71525,052	0,000763128	0,004034536	0,000828906
2 F		HFC-125	78985,18578	1812522,328	0,024084235	0,127329587	0,026160192
2 F		HFC-134a	C	C	0,048094946	0,254270466	0,038897434
2 F		HFC-143a	56465,16293	2384540,459	0,036997535	0,195600188	0,040186563
2 F		HFC-152a	C	C	0,000119656	0,000632601	5,35413E-07
2 F		HFC-227ea	C	C	0,000421631	0,002229099	0,000157616
2 F		HFC-23	21732,81667	260175,9941	0,003670358	0,019404608	0,001489389
2 F		HFC-236fa	0	7749,0756	7,93316E-05	0,000419414	8,61696E-05
2 F		HFC-245fa	C	C	0	0	7,28173E-06
2 F		HFC-32	206,0004344	60127,49769	0,000514501	0,002720085	0
2 F		HFC-365mfc	C	C	0	0	6,82183E-06
2 F		HFC-43-10mee	C	C	3,88365E-06	2,05323E-05	4,21841E-06
2 F		C2F6	104096,6666	66644,22494	0,000671767	0,003551527	0,00072967
2 F		C3F8	C	C	0,000999358	0,005283449	0,001085498
2 F		c-C4F8	0	1449,436895	1,88668E-05	9,97458E-05	2,0493E-05
2 F		CF4	85717,33333	56235,54953	0,00059599	0,003150903	2,05647E-05
2 F		Schwefelhexafluorid	C	C	0,021176459	0,111956629	0,005201415
3		Kohlendioxid	2552000	1471215,493	0,012424377	0,065685742	0,013495305
3 D		Lachgas	1924563,105	314559,5048	0,016026207	0,084728052	0,006966868
4 A 1 a	Milchkühe	Methan	14135123,66	11326342,98	0,488787715	2,584144274	0,530919103
4 A 1 b	Rinder o. Milchkühe	Methan	11827199,65	8434982,284	0,224167333	1,185137664	0,243471446
4 A 2	other animals	Methan	1331446,47	1189418,233	0,03485154	0,184254647	0,037858421
4 B 1 a	Milchkühe	Methan	2668966,147	2573485,625	0,111058632	0,587149635	0,120631406
4 B 1 b	Rinder a. Milchkühe	Methan	1589612,951	1045955,317	0,029919397	0,158179178	0,032504344
4 B 13	Milchkühe	Lachgas	1159062,486	961706,9905	0,083982957	0,444004769	0,091221925
4 B 13	Rinder o. Milchkühe	Lachgas	1137325,387	770178,0368	0,039734104	0,210067999	0,043159053
4 B 13	other animals	Lachgas	79197,68509	83135,72636	0,007278957	0,038482707	0,007907276
4 B 13	Geflügel	Lachgas	37671,99571	48702,04908	0,00293171	0,015499493	0,003184833
4 B 13	Schweine	Lachgas	360451,7741	366575,6044	0,024870705	0,131487532	0,027014181
4 B 2	other animals	Methan	99432,15525	127657,7894	0,002727748	0,014421178	0,002963319
4 B 8	Schweine	Methan	2259754,384	2280809,395	0,074844266	0,395689942	0,082779517
4 D		Lachgas	30785175,59	27167550,49	1,628156318	8,607808054	1,768496356
4 D		Lachgas	2075177,768	1580493,589	0,343936547	1,818338786	0,373582391
4 D 1		Lachgas	17194611,86	14745196,8	5,544813383	29,31456197	6,022752332
5 A		Kohlendioxid	-70053371,82	-25421591,15	0,278309633	1,471379544	0,013515398
5 A		Methan	9084,069433	4617,351371	0,000187593	0,000991773	0,000203762
5 A		Lachgas	45479,65116	45646,15398	0,002659863	0,01406228	0,002889132
5 B		Kohlendioxid	28639058,34	27103909,95	1,794242535	9,485879931	1,948898487

IPCC Source	Fuel Category	Gas	Base year emissions	2009 emissions	Combined Uncertainty as % of total nat. emissions in 2009	Tier1 Level Assessment	Uncertainty introduced into the trend in total
Category			[Gg CO ₂ equi.]	[Gg CO ₂ equi.]	[%]	[%]	[%]
5 B		Lachgas	719735,4171	357626,1769	0,024300125	0,128470966	0,026394691
5 C		Kohlendioxid	4699098,454	10720847,47	0,691187625	3,654200975	0,750765011
5 D		Kohlendioxid	2163835,288	2408290,967	0,174061395	0,920235399	0,189064735
5 E		Kohlendioxid	2485453,255	2278574,839	0,123862848	0,654843525	0,13453929
5 G		Kohlendioxid	116784,7178	65419,08596	0,005234855	0,027675861	0,005686077
6 A		Methan	38598000	8463000	0,112868636	0,596718844	0,122597425
6 B		Methan	2226211,516	80896,41101	0,006473355	0,034223618	0,00703133
6 B		Lachgas	2223526,4	2303924,803	0,184360759	0,974686526	0,20025186
6 D		Methan	49777,896	554483,244	0,024864714	0,131455858	0,027007945
6 D		Lachgas	13982,612	357472,408	0,018826532	0,099532932	0,020449297
Total			1.220.303.913	937.262.144	6,566	100,000	7,104202179

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, 2009: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (Hrsg.): Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland
URL: <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=63>,
(Aufruf: 19.10.2009), Köln, Berlin.
- 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.
- AMD, 2002/2003: Amd Saxony LLC&Co. KG, Dresden, Umweltbericht. S. 16
- AMON, B.; AMON, TH., BOXBERGER, J. & Ch. ALT (2001): Emissions of NH₃, N₂O and CH₄ from dairy cows housed in a farmyard manure tying stall (Housing, Manure Storage, Manure Spreading). Nutrient Cycling in Agroecosystems, 60: pp. 103-113.
- ANKEN, T., P. WEISSKOPF, U. ZIHLMANN, H. FORRER, J. JANSKA & K. PERHACOVA (2004): Long –term tillage system effects under moist cool conditions in Switzerland; Soil & Tillage Research 78/2, 171-183 et al 2004.
- ARBEITSGRUPPE BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung (KA. 4). 4. Aufl; S. 392; verbesserte und erweiterte Auflage, Hannover
- 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, 2010: 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_mineraloeldaten/index.html, (Aufruf: 10.11.2010), Eschborn.
- 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.
- BDZ 1995: Sonderauswertung des Bundesverbandes der deutschen Zementindustrie, erstellt für das UBA für die Jahre 1990-1994
- BGR (1997): Digitale Bodenübersichtskarte der BRD (BUEK 1000); Maßstab: 1:1.000.000; Hannover
- BENNDORF, R., 1999: Situation in Deutschland, ACCC-Workshop „N₂O und das Kyoto-Ziel“, Umweltbundesamt (Berlin), Wien
- BLANK, R.R. & M.A. FORSBERG (1989): Cultivated and adjacent virgin soils in northcentral South Dakota: I. Chemical and physical comparisons. Soil Science Society of America Journal, 53, 1484-1490
- BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung), 2008. Waldbrandstatistik der Bundesrepublik Deutschland für das Jahr 2008.
- 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
- BMLFUW, 2005: Abschätzung der Auswirkungen des Tanktourismus auf den Treibstoffverbrauch und die Entwicklung der CO₂-Emissionen in Österreich.; Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft; Wien; 2005
- BMU, 1990: Eckwerte der ökologischen Sanierung und Entwicklung in den neuen Ländern, Bonn
- 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.
- BMVEL (2003): Statistisches Jahrbuch über Ernährung Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland 2003. 47. Jahrgang, 557 S., Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup
- BMELV (Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft) (Hrsg.), 2005. Die zweite Bundeswaldinventur – BWI²: Der Inventurbericht. Bonn, 231 S.
- BMELV, 2007: Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (Hrsg.), 2008. Aufnahmeanweisung für die Inventurstudie 2008 (IS08) (2008), Bonn, 55 S.
- BMVg, 2010: 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
- BOUMA, J. & F.D. HOLE (1971): Soil structure and hydraulic conductivity of adjacent virgin and cultivated pedons at two sites: A typic argiudoll (silt loam) and a typic eutrochrept (clay). *Soil Science Society of America Proceedings*, 35, 316 – 319
- BOWMAN, R.A., J.D. REEDER & R.W. LOBER (1990): Changes in soil properties in a central plains rangeland soil after 3, 20, and 60 years of cultivation. *Soil Science* 150, 851-857
- BURKE, I.C., W.K. LAUENROTH & D.P. COFFIN (1995): Soil organic matter recovery in semiarid grasslands: implications for the conservation reserve program. *Ecological Applications*, 5, 793-801
- 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.
- BUYANOVSKY, G.A., C.L. KUCERA & G.H. WAGNER (1987): Comparative analyses of carbon dynamics in native and cultivated ecosystems. *Ecology*, 68, 2023-2031
- BV Glas, 2009: Jahresbericht des Bundesverband Glasindustrie e.V., mit statistischem Anhang
- BV Kalk, 2010 (Bundesverband der deutschen Kalkindustrie e.V.): Kalk Daten nationaler Inventarbericht; per E-Mail an das UBA übermittelt.
- BVE, 2009: Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e.V. Internetseiten, URL: www.bve-online.de
- BYRNE, K.A., B. Chojnicki, T.R. Christensen, M. Drösler, A. Freibauer, T. Friborg, S. Frohling, 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
- CAMBARDELLA, C.A. & E.T. ELLIOT (1992): Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Science Society of America Journal*, 56, 777-783
- CAMBARDELLA, C.A. & E.T. ELLIOT (1993): Carbon and nitrogen distribution in aggregates from cultivated and native grassland soils. *Soil Science Society of America Journal*, 57, 1071-1076
- CAMPEL et al. (1989): *Soil Tillage Res.*, 14:39-52
- CHAN AND MEAD (1988): Surface physical properties of sandy loam soil under different tillage practices. *Australian Journal of Soil Research*, 26, 549-559

- CONANT, R.T., K. PAUSTIAN & E.T. ELLIOTT (2001): Grassland management and conversion into grassland: effects on soil carbon. *Ecological Applications*, 11, 343-355
- 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, 2005: Dämmgen, U.: Statistical Data for Animal Numbers in German Emission Inventories. *Landbauforschung Völkenrode*, special issue 291, 223-229
- DÄMMGEN, U.; HUTCHINGS N.J., 2005: The assessment of emissions of nitrogen species from agriculture using the methodology of the atmospheric emission inventory guidebook. In: Kuczyński T, Dämmgen U, Webb J, Myczko A (eds) *Emissions from European agriculture*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen. pp 51-62
- DÄMMGEN et al, 2002: Dämmgen, U., Lüttich, M., Döhler, H., Eurich-Menden, B., Osterburg, B.: GAS-EM – A Procedure to Calculate Gaseous Emissions from Agriculture. *Landbauforschung Völkenrode* 52, S. 19-42.
- DÄMMGEN et al, 2009a: Dämmgen, U.; Haenel, H.-D.; Rösemann, C.; Conrad, J.; Lüttich, M.; Döhler, H.; Eurich-Menden, B.; Laubach, P., Müller-Lindenlauf, M.; Osterburg, B.; Strogies, M.: Calculations of Emissions from German Agriculture - National Emission Inventory Report (NIR) 2009 for 2007. vTI Agricultural and Forestry Research, Special Issue 324, 9-385
- DAV, 2010: Deutscher Asphaltverband e.V., Schieffelingsweg 6, 53123 Bonn, Veröffentlichung zur Asphaltproduktion in Deutschland, <http://www.asphalt.de/site/startseite/aktuelles/asphaltproduktion/> (Dokument asphaltp09.pdf), Stand August 2010
- DAVIDSON, E.A. & I.L. ACKERMAN, 1993: Changes in soil carbon inventories following cultivation of previously untilled soils. *Biogeochemistry*, 20,161-193
- 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.
- DEGRYZE, S., J. SIX, K. PAUSTIAN, S.J. MORRIS, E.A. PAUL & R. MERCKX (2004) : Soil organic carbon pool changes following land-use conversions. *Global change Biology*, 10, 1120-1132
- DIE LANDWIRTSCHAFT (1998): Lehrbuch für Landwirtschaftsschulen. Band 1: Pflanzliche Erzeugung. 11. Aufl. BLV-Verlagsgesellschaft mbH, München
- 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
- DIN, 2003: DIN EN 1279-3: Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 3: Langzeitprüfverfahren und Anforderungen bezüglich Gasverluste 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.
- DUSTAN, A. 2002: Review of methane and nitrous oxide emission factors for manure management in cold climates. JTI-rapport Lantbruk & Industri 299. 41 pp
- Environment Agency Austria 2010: Austria's National Inventory Report 2010. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Kyoto Protocol. Report REP-0265, Vienna. 770 pp
- 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, 2010: Fleet Register der Europäischen Kommission;
URL:<http://ec.europa.eu/fisheries/fleet/index.cfm?method=Search.SearchAdvanced&country=DEU>, (Aufruf 10.11.2010)
- ELLIS JL, Kebreab E, Odongo NE, McBride BW, Okine EK, France J (2007) Prediction of Methane Production from Dairy and Beef Cattle. *J Dairy Sci* 90, 3456-3466
- EMEP, 2003: Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook, 3rd Edition September 2003 UPDATE, EEA, Copenhagen, 2003
- EMEP, 2005a: European Environment Agency: EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2005. Technical report No 30., Stand: 31.12.2005
URL: reports.eea.europa.eu/EMEPCORINAIR4/en/
- EMEP, 2006: Atmospheric Emission Inventory Guidebook. Chapter 1090 Manure Management Regarding Nitrogen Compunds. Draft.
- 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, 1998: World Reference Base for Soil Resources. Rome, Italy.
- FAO, 2007: FAO Statistical Yearbook 2004 Vol.1/1 URL: http://www.fao.org/statistics/yearbook/vol_1_1/index.asp. September 2007
- FAO, 2009: FAO Statistical Yearbook 2007-2008 ; Table D1: Dietary energy protein and fat consumption URL: <http://www.fao.org/economic/ess/publications-studies/statistical-yearbook/fao-statistical-yearbook-2007-2008/en/>
- FAO, o.J.: Tabellen auf Homepage unter <http://faostat.fao.org/default.jsp> und persönlicher Austausch UBA mit FAO
- 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
- FISCHER, 1997: Klimawirksame Emissionen durch PKW-Klimaanlagen. Diplomarbeit an der TU Berlin, FB 10, ISS-Fahrzeugtechnik.

- FISCHER, D. von, 1988: Hinweise für den Feldfutterbau sowie den Zwischenfruchtbau zur Futternutzung und Gründüngung. 11. Auflage. Landwirtschaftskammer Rheinland, Bonn.
- FRANZLUEBBERS, A.J., N. NAZIH, J.A. STUEDMANN, J.J. FUHRMANN, H.H. SCHOMBERG & P.G. HARTEL (1999): Soil carbon and nitrogen pools under low- and high-endophyte-infected tall fescue. *Soil Science Society of America Journal*, 63, 1687-1694
- FRANZLUEBBERS, J.A. STUEDMANN, H.H. SCHOMBERG & S.R. WILKINSON (2000): Soil organic C and N pools under long-term pasture management in the Southern Piedmont USA, *Soil Biology & Biochemistry*, 32, 469 – 478
- 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.
- FREIBAUER, A. (2003): Regionalised inventory of biogenic greenhouse gas emissions from European agriculture. *European Journal of Agronomy* 19(2): 135-160
- GDA, 2009: Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V. – Fachverband Primäraluminium: Vorab-Auszug aus dem Monitoringbericht über die Fortschritte bei der Reduktion der CF4/C2F6 Emissionen der deutschen Primäraluminiumindustrie für das Jahr 2008, Mitteilung per E-Mail vom 18.09.2009 von Herrn Rainer Buchholz (Wirtschaftsvereinigung Metalle e.V.) via Herrn Salomon (BMU).
- GEBHART, D.L., H.B. JOHNSON, H.S. MAYEUX & H.W. POLLEY (1994): The CRP increases soil organic carbon. *Journal of Soil and Water Conservation*, 49, 488-492
- GENSIOR, A. & J. ZEITZ (1999): Einfluss einer Wiedervernässungsmaßnahme auf die Dynamik chemischer und physikalischer Bodeneigenschaften eines degradierten Niedermoors. *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
- GUO, L.B. & R.M. GIFFORD (2002): Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. *Global Change Biology*, 8, 345-360
- HAENEL et al, 2010: Haenel, H.-D.; Rösemann, C.; Dämmgen, U.; Döhler, H.; Eurich-Menden, B.; Laubach, P., Müller-Lindenlauf, M.; Osterburg, B.; Calculations of Emissions from German Agriculture - National Emission Inventory Report (NIR) 2010 for 2008. In Vorbereitung für vTI Agriculture and Forestry Research (Landbauforschung).
- HART, P.B.S., J.A. AUGUST & C.W. ROSS (1988): Some biochemical and physical properties of Tokomaru silt loam under pasture and after 10 years of cereal cropping. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 31, 77-86

- 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.
- HORNE, D.J., C.W. ROSS & K.A.HUGHES (1992): Ten years of a maize/oats rotation under three tillage systems on a silt loam in New Zealand. Soil & Tillage Research, 22, 131-143
- HVG, 2008: Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung. Teilvorhaben 02: Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Glas- und Mineralfaserindustrie., Forschungsbericht in Veröffentlichung
- 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, 2010: 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 5.11, 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: Implementierung eines eigenständigen Moduls zur Berechnung des Flugverkehrs in das bestehende TREMOD-System, vorläufiger 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
- IHORI, T., I.C. BURKE, W.K. LAUENROTH & D.P. COFFIN (1995): Effects of cultivation and abandonment on soil organic matter in north eastern Colorado. Soil Science Society of America Journal, 59, 1112-1119
- 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, 2004: Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 2.1- Dokumentation, Bern, 188.8.2004
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (1996): Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol. 1 - 3. Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions (Vol. 1), Workbook (Vol. 2), Reference Manual (Vol. 3). IPCC WGI Technical Support Unit, Bracknell
- 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, 2001: Intergovernmental Panel on Climate Change: Corrigendum of Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/gpgaum.htm>
- 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, 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.
- JASTROW, J.D. & J. LUSSENHOP (1998): Contributions of integrating biological mechanisms to soil aggregate stabilization in restored prairie. *Soil Biology and Biochemistry*, 30, 905-916
- 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 G, BRUNDA M, PUXBAUM H, HEWITT CN, DUCKHAM SC, RUDOLPH J, 1995: Relative contribution of oxygenated hydrocarbons to the total biogenic VOC emissions of selected Mid-European agricultural and natural plant species. *Atmospheric Environment* 29, 861-874
- KÖNIG, H.-C., 2007. Waldbrandschutz - Kompendium für Forst und Feuerwehr, 1. Fachverlag Matthias Grimm, Berlin, 197 pp.
- KOLLMANN, F. 1982: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
- 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
- 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.

- LARIONOVA, A.A., L.N. ROZANOVA, I.V.YEVDOKIMOV, A.M. YERMOLAYEV, I.N. KURGANOVA & S.A. BLAGODATSKY (2003): Land-use change and management effects on carbon sequestration in soils of Russia's South Taiga zone. *Tellus*, 55B, 331-337
- LAWS, W.D. & D.D. EVANS (1949): The effects of long-time cultivation on some physical and chemical properties of two rendzina soils. *Soil Science Society of America Proceedings*, 14, 15-19
- LECHTENBÖHMER et al, 2005: Lechtenböhrer, 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
- LIEBIG, M., Tanaka, D., Wienhold, B. (2004): Tillage and cropping effects on soil quality indicators in the northern great plains *Soil & Tillage Research* 78/2, 131-143
- LINDE GAS GMBH, 2005: Aufschäumen von Molkereiprodukten; URL: <http://www.lindegas.at/international/web/lg/at/like/gatn.nsf/PrintView/63ED15ADE8FCF595C1256B7B004C6250> , Zugriff Mai 2005
- MANN, L.K. (1986): Changes in soil carbon storage after cultivation. *Soil Science*, 142, 279 -288
- MARTENS, D.A., T.E. REEDEY & D.T. LEWIS (2003): Soil organic carbon content and composition of 130-year crop, pasture and forest land-use managements. *Global Change Biology* 10,65-78
- MILLS et al., 2003, Alternative approaches to predicting methane emission from dairy cows. *J. Animal Sci.* pp 3141-3150.
- 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
- 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 UNFCCC- 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
- MÜLLER-WESTERMEIER et al, 2008: Die Witterung in Deutschland.

- MUNDEL, G. (1976): Untersuchungen zur Torfmineralisation in Niedermooren.- Archiv Acker-, Pflanzenbau und Bodenkunde. H. 10, 20: 669-679
- MURTY, D., M.U.F. KIRSCHBAUM, E. R.E. MCMURTIE & H. MCGILVRAY (2002): Does conversion of forest to agricultural land change soil carbon and nitrogen? a review of the literature. Global Change Biology, 8, 105-123
- 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.
- NIELAND, S. (2009): Entwicklung und Bewertung einer Methode zur automatisierten Generalisierung des DLM-DE auf den Zielmaßstab des CORINE Land Cover-Datensatzes in Deutschland; Diplomarbeit Universität Innsbruck
- OECD/IEA, 2010: CO₂-Emissions from fuel combustion 2010 Edition, OECD & IEA, Paris, ISBN 9789264084278
- 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, 2007: Emissionsberichterstattung im Luftverkehr, vorläufiger Endbericht zum F+E-Vorhaben FKZ 201 42 258, Berlin, November 2007

- ÖKO-INSTITUT, 2009: Überarbeitung des Emissionsinventars des Flugverkehrs, vorläufiger Endbericht zum F+E-Vorhaben FKZ 360 16 019, Berlin, August 2009.
- ÖKO-INSTITUT / DIW 2007 (Öko-Institut – Institut für angewandte Ökologie e.V.) / DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) 2007: Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsdaten für die Berichte über Emissionen aus stationären Feuerungen im Rahmendes Nationalen Inventarberichtes und des Monitoring Mechanismus nach RLEG 99/296; Endbericht zum F&E-Vorhaben FKZ 204 41 132 i.A. des UBA; Berlin
- ÖKO-RECHERCHE, 1996, Büro für Umweltforschung und –beratung GmbH: Aktuelle und künftige Emissionen treibhauswirksamer fluorierter Verbindungen in Deutschland, im Auftrag des UBA, FKZ 106 01 074/01, Frankfurt am Main, 1996
- ÖKO-RECHERCHE, 2001: Emissionen des Kältemittels R-134a aus mobilen Klimaanlageen. Jährliche Emissionsraten von bis zu sieben Jahre alten PKW-Klimaanlagen, Gutachten für das Umweltbundesamt Berlin, Frankfurt.
- ÖKO-RECHERCHE, 2004: Emissionen, Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren von fluorierten Treibhausgasen (F-Gasen) in Deutschland für die Jahre 1995-2002, Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin, FKZ 201 41 261/01. URL: http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=2902
- 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.8.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

- 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.
- POST, W.M. & K.C. KWON (2000): Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. *Global Change Biology*, 6, 317 – 327
- 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.
- 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, 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* (in preparation).
- ROSS, C.W. & K.A. HUGHES 1985: Maize/oates forage rotation under three cultivation systems, 1978-83. 2. Soil properties. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 28, 209-219
- RUHR-STICKSTOFF Aktiengesellschaft (1985): *Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau*. 10. überarbeitete Auflage, 584. S. Verlagsunion Agrar, Münster-Hiltrup, München, Frankfurt a.M., Wien, Bern

- 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
- SCHWITZGEBEL et al. 2007: Schwitzgebel, F., Dunger, K., Stümer, W. (2007): Waldinventurstudie 2008 - Informationsquelle zur Kohlenstoff-Einbindung. AFZ-Der Wald 23/07.
- SENER et al, 1991: SENNER 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.
- SKEMSTAD, J.O., V.R. CATCHPOOLE & R.P. LE FEUVRE (1994): Carbon dynamics in Vertisols under several crops as assessed by natural abundance ¹³C. Australian Journal of Soil Research, 32, 311-321
- SLL. 2005: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) (2005) Infodienst 02/2005 für Beratung und Schule der Sächsischen Agrarverwaltung http://www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/1256_1.pdf
- STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT e.V 2010: Statistik der Kohlenwirtschaft, „Herstellung von Braunkohlenbriketts, Braunkohlenkoks, Staub-, Trocken- und Wirbelschichtkohle nach Revieren“, www.kohlenstatistik.de.
- STATISTISCHES BUNDESAMT, 1989: CORINE Land Cover - Nomenklatur der Bodenbedeckungen. URL: http://www.destatis.de/stbis/oc_1110/f20/d/nomenkla.htm
- STATISTISCHES BUNDESAMT, 1991-2005: Statistisches Bundesamt: Fachserien (Zeitschrift), siehe Einzelquellen
- 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, 2003, Klassifikation der Wirtschaftszweige mit Erläuterungen 2003, Wiesbaden
- STATISTISCHES BUNDESAMT 2009a: Statistisches Bundesamt, Statistik 066 „Monatsberichte über die Elektrizitätsversorgung / Dezember 2006“ Tab. 3.2 und Tab. 5b.
- STATISTISCHES BUNDESAMT, 2009b: 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, 2009c: 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“
- STATISTISCHESBUNDESAMT 2009d: Statistisches Bundesamt, „Stromerzeugungsanlagen der Betriebe im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe“.
- STATISTISCHES BUNDESAMT, 2010: Statistisches Jahrbuch 2010, erschienen im September 2010-10-29 unter <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Navigation/Publikationen/Querschnittsveroeffentlichungen/Jahrbuch>
- STATISTISCHES BUNDESAMT, 2010a: Außenhandelsstatistik, Sonderauswertung Nr. 28362000 für das UBA, Ausfuhr und Einfuhr nach Gewicht entsprechend Güterverzeichnis 2009 Dinatriumcarbonat (Soda) 2013 43 100, Wiesbaden.
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 3 Reihe 3, versch. Jahrgänge: Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 4: Viehbestand und tierische Erzeugung
- 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: 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: Statisches Bundesamt, Fachserie 19, Reihe 1: Umwelt, Abfallentsorgung.

- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 19, Reihe 2.1, 2009: Statistisches Bundesamt, Fachserie 19, Reihe 2.1: Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung, Klärschlamm (für die Jahre 1991, 1995, 1998, 2001, 2004, 2007), Wiesbaden
- 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)
- 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
- 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.
- TIESSEN, H., J.W.B. STEWART & J.R. BETTANY (1982): Cultivation effects on the amounts and concentration of carbon, nitrogen, and phosphorous in grassland soils. Agronomy Journal, 74, 831-835
- UBA, 1983: Greiner, B., Barghoorn, M. Dobberstein, J., Eder, G., Fuchs, J., Gössele, P.: Chemisch-physikalische Analyse von Hausmüll. Forschungsbericht 83-033 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin.
- UBA, 1986: Barghoorn, M., Gössele, P., Kaworski, W.: Bundesweite Hausmüllanalyse 1983-85, Forschungsbericht 10303508 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin.
- UBA, 1989b: Luftreinhaltung '88. Tendenzen - Probleme - Lösungen. Materialien zum Vierten Immissionsschutzbericht der Bundesregierung an den Deutschen Bundestag (Drucksache 11/2714) nach Paragraph 61 Bundes-Immissionsschutzgesetz Körperschaft, erschienen Berlin Schmidt, E.
- UBA, 1993: Umweltbundesamt: UBA-Text 9/93, Emissionen der Treibhausgase Distickstoffoxid und Methan in Deutschland. Auftragnehmer: Schön, M. et al. Fhg-ISI
- UBA, 2000a: UBA-Text 14/00: Pfeiffer, Frank / Struschka, Michael / Baumbach, Günter: Ermittlung der mittleren Emissionsfaktoren zur Darstellung der Emissionsentwicklung aus Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher, Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen, Universität Stuttgart, Herausgeber: Umweltbundesamt, FKZ 299 42 245 / 02, Berlin

- UBA, 2001: German Notes on BAT for the production of Large Volume Solid Inorganic Chemicals – Soda. URL: www.bvt.umweltbundesamt.de/archiv/sodad.pdf english: www.bvt.umweltbundesamt.de/archiv-e/sodae.pdf)
- UBA, 2001a: Umweltbundesamt: UBA-Text 17/01: Maßnahmen zur verursacherbezogenen Schadstoffreduzierung des zivilen Flugverkehrs
- 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, 2006: Umweltbundesamt: UBA-Text 29/06, Lechtenböhrer, 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, 2009: Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen 2009, Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990-2007, Umweltbundesamt 2009
- 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>

- UMEG 2004: Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit 2004: Emissionsfaktoren-Handbuch, Emissionserklärung 2004 Baden-Württemberg
- 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, 2009: United Nations Framework Convention on Climate Change: National Inventory Submissions 2009
URL: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/4303.php
- 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 2010: Datenübermittlung des Verbandes, Dokument in der Inventarbeschreibung als „Bitumen_AREF_Zeitreihen_und_Unsicherheiten_aktuell.xls“, Dessau-Roßlau 2010
- 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, 2010 (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
- VOLZ et al. 2008: Volz, H.-J., Schobel, S., Wellbrock, N. & Hilbrig, L. (2008): Qualitätsmanagement bei der Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II) auf Bundesebene. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Berlin
- VORNEY, R.P., J.A. VAN VEEN & E.A. PAUL (1981): Organic C dynamics in grassland soils. 2. Model validation and simulation of the long-term effects of cultivation and rainfall erosion. Canadian Journal of Soil Science, 61, 211-224

- vTI-AK, 2009: Konzept zur Erstellung von Emissions-Inventaren und Kohlenstoff-Inventaren im nachgeordneten Bereich des BMELV - Stand 10.07.2009 -, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Agrarrelevante Klimaforschung, unveröffentlicht.
- WASTECONSULT INTERNATIONAL, 2009: Methanemissionen aus passiv entgasten Deponien und der Ablagerung von mechanisch-biologisch vorbehandelten Abfällen, FKZ: 360 16 015, Dezember 2009
- WEG, 2000: Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V.: ERDGAS - ERDÖL. Entstehung, Suche, Förderung. Hannover. URL: <http://www.erdoel-erdgas.de/Publikationen-68a.html>
- WEG, 2008: WEG Wirtschaftsverband Erdöl und Erdgasgewinnung e.V.: Jahresbericht 2008, Zahlen und Fakten. Hannover. URL: <http://www.erdoel-erdgas.de/Publikationen-68a.html>
- 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
- 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
- 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.
- 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.

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

ZIESING 2009: Ziesing, Hans Joachim: CO₂-Emissionen in Deutschland 2008:Im Abschwung. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen Jg. 59, Heft 4, Mai 2009