Climate Change

Climate Change
02/09
ISSN 1862-4359

Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen 2009

Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2007

Umwelt Bundes Amt
Für Mensch und Umwelt

Climate Change
02/09
ISSN 1862-4359

Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen 2009

Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2007

Umweltbundesamt

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 14 06
06813 Dessau-Roßlau
Tel.: 0340/2103-0
Telefax: 0340/2103 2285
Internet: http://www.umweltbundesamt.de

Redaktion: Fachgebiet I 2.6
Michael Strogies, Patrick Gniffke

Dessau-Roßlau, April 2009

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 1.10 auf Basis der Datenbank ZSE mit Stand vom 12.11.2008) 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:

Zusammenfassung	Patrick Gniffke (UBA I 2.6)
Kapitel 1.1	Rosemarie Benndorf (UBA I 2.1)
Kapitel 1.2.1, 1.2.3tw.,1.2.4, 1.3tw.	Dirk Günther (UBA I 2.6)
Kapitel 1.2.3.3, 1.2.5.6	Robert Kludt (UBA I 2.6)
Kapitel 1.2.5 tw., 1.6	Stephan Schiller (UBA I 2.6)
Kapitel 1.7., 1.8	Detlef Rimkus (UBA I 2.6)
Kapitel 1.5, 2, 3.1.8, 3.1.10-12	Michael Strogies (UBA I 2.6)
Kapitel 3.1	Petra Icha (UBA I 2.5), Kathrin Werner / Marion Dreher (UBA I 2.5), Kristina Juhrich (UBA I 2.6),
Kapitel 3.1.1 – 3.1.3, 3.1.4.6	Petra Icha (UBA I 2.5), Rolf Beckers (UBA III 2.3)
Kapitel 3.1.4.1	Petra Icha (UBA I 2.5), Sebastian Plickert (UBA III 2.2)
Kapitel 3.1.4.2 - 3.1.4.3, 3.1.4.5, 3.1.4.7 - 3.1.4.11	Petra Icha (UBA I 2.5)
Kapitel 3.1.4.4	Petra Icha (UBA I 2.5), Almut Reichart (UBA III 2.3)
Kapitel 3.1.4.2 - 3.1.4.3, 3.1.4.5	Petra Icha (UBA I 2.5), Kathrin Werner (UBA I 2.5),
Kapitel 3.1.4.4	Petra Icha (UBA I 2.5), Kathrin Werner (UBA I 2.5), Almut Reichart (UBA III 2.3)
Kapitel 3.1.4.7 - 3.1.4.11	Petra Icha (UBA I 2.5), Kathrin Werner (UBA I 2.5)
Kapitel 3.1.5.1	Frank Wetzel (UBA I 3.2)
Kapitel 3.1.5.2 - 3.1.5.5	Gunnar Gohlisch, Andrea Kolodziej (UBA I 3.1)
Kapitel 3.1.6 + 3.1.7	Anja Behnke (UBA III 2.3), Reinhard Böhnke (UBA I 2.5)
Kapitel 3.1.9.1	Falk Heinen, Frank Wetzel (UBA I 3.2)
Kapitel 3.1.9.2	Volker Brenk (UBA I 3.2)
Kapitel 3.2.1	Jürgen Ilse (Gesamtverband Steinkohle), Christian Böttcher (UBA I.2.6); Sebastian Plickert (UBA III 2.1)
Kapitel 3.2.2	Edda Hoffmann (UBA III 2.3), Stephan Bernt (UBA III 2.3); Christian Böttcher (UBA I.2.6)
Kapitel 4.1.1 - 4.1.3	Maja Bernicke (UBA III 2.2)
Kapitel 4.1.4	Birgit Brahner (UBA III 2.3)
Kapitel 4.1.5 & 4.1.6	Rainer Remus (UBA III 2.2)
Kapitel 4.1.7	Sandra Leuthold (UBA III 2.2)

Kapitel 4.1.8	Sebastian Plickert (UBA III 2.2)
Kapitel 4.2.1 & 4.2.2	Birgit Brahner (UBA III 2.3)
Kapitel 4.2.3	Johannes Drotleff (UBA III 2.3
Kapitel 4.2.4	Birgit Brahner (UBA III 2.3)
Kapitel 4.2.5	Birgit Brahner (UBA III 2.3), Johannes Drotleff (UBA III 2.3), Edda Hoffmann (UBA III 2.3)
Kapitel 4.2.6	Maiya Shibasaki (IKP), Cecilia Tiemi Makishi (IKP), Stephan Schiller (UBA I 2.6)
Kapitel 4.3.1 & 4.3.2	Sebastian Plickert (UBA III 2.2)
Kapitel 4.3.3	Maja Bernicke (UBA III 2.2)
Kapitel 4.3.4	Cornelia Elsner, Kerstin Martens (UBA III 1.4)
Kapitel 4.3.5	N.N.
Kapitel 4.4.1	Almut Reichart (UBA III 2.3)
Kapitel 4.4.2	Dr. Zueleyha Iyimen-Schwarz (UBA I 1.4)
Kapitel 4.5 - 4.6	Cornelia Elsner, Kerstin Martens (UBA III 1.4)
Kapitel 5.1	Folke Dettling (UBA III 1.4)
Kapitel 5.2	Maiya Shibasaki (IKP), Cecilia Tiemi Makishi (IKP), Stephan Schiller (UBA I 2.6)
Kapitel 6 & 7	Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI): Annette Freibauer
Kapitel 8.1	Wolfgang Butz (UBA III 3.3)
Kapitel 8.2	Dietmar Wunderlich, Christine Galander (UBA III 3.4)
Kapitel 10	Michael Kotzulla (UBA I 2.6)
Kapitel 11	Patrick Gniffke, Stephan Schiller (UBA I 2.6)
Anhang 1, 4	Michael Strogies (UBA I 2.6)
Anhang 2	Kathrin Werner (UBA I 2.5), Kristina Juhrich (UBA I 2.6), Marcus Machat (UBA E 1.1), Petra Icha (UBA I 2.5)
Kapitel 13.7	Kristina Juhrich (UBA I 2.6)
Kapitel 13.8 & 13.9	Michael Strogies (UBA I 2.6)
Anhang 3	Autoren entsprechend der fachlichen Zuständigkeit in Kap. 3-8
Anhang 3, Kapitel 14.1.1	Marcus Machat (UBA E 1.1), Frank Zander (Institut für Energetik und Umwelt: IE gGmbH), Dr. Dieter Merten (IE gGmbH)
Anhang 5	Detlef Rimkus (UBA I 2.6)
Anhang 6	Dirk Günther (UBA I 2.6), Autoren entsprechend der fachlichen Zuständigkeit
Anhang 6, Kapitel 17.3	Kevin Hausmann (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 25
TABELLENVERZEICHNIS 27
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS 34
EINHEITEN UND GRÖßEN 40
ERKLÄRUNG DER EINLEITENDEN INFORMATIONSTABELLEN 41

0 ZUSAMMENFASSUNG 43
0.1 HINTERGRUNDINFORMATIONEN ZU TREIBHAUSGAS-INVENTAREN UND KLIMAWANDEL 44
0.2 EMISSIONEN VON TREIBHAUSGASEN SOWIE DEREN EINBINDUNG IN SENKEN (BEZOGEN AUF GWP) IM ZEITVERLAUF: 1990-2007 45
0.3 ÜBERBLICK ZU DEN EMISSIONSSCHÄTZUNGEN UND TRENDS DER QUELL- UND SENKENGRUPPEN 49

1 EINLEITUNG 52
1.1 HINTERGRUNDINFORMATIONEN ZU KLIMAWANDEL UND TREIBHAUSGAS-INVENTAREN 52
1.1.1 Der Treibhauseffekt 52
1.1.2 Klimawandel 52
1.1.3 Reduktionsverpflichtungen und Berichterstattung zu Treibhausgasen 53
1.2 INSTITUTIONELLE FESTLEGUNGEN UND RAHMENBEDINGUNGEN FÜR DIE INVENTARERSTELLUNG 54
1.2.1 Der Nationale Koordinierungsausschuss 54
1.2.2 Koordinierungsstelle des Nationalen Systems 55
1.2.3 Instrumente der Nationalen Koordinierungsstelle 55
1.2.4 Institutionelle und rechtliche Festlegungen des Nationalen Systems 56
1.2.4.1 Arbeitskreis Emissionsinventare im Umweltbundsamt 57
1.2.4.2 Hausanordnung 11/2005 des UBA 57
1.2.4.3 Verfahren zur Nutzung der Monitoring-Daten des Europäischen Emissionshandels 57
1.2.4.4 Haushaltstitel und Umweltforschungsprojekte des UBA 58
1.2.4.5 Ressortvereinbarungen 59
1.2.4.6 Nationales System zu Landwirtschaft und LULUCF im Geschäftsbereich des BMELV 59
1.2.4.7 Mustervereinbarung für die Zusammenarbeit mit NRO 60
1.2.4.8 Workshop zum Nationalen System 61
1.2.5 Verbindlicher Terminplan im Rahmen des Nationalen Systems 61
1.2.6 Das Qualitätssystem Emissionsinventare 62
1.2.6.1 Mindestanforderungen an ein System zur Qualitätskontrolle und -sicherung 62
1.2.6.2 Aufbauorganisation des Qualitätssystems Emissionsinventare 62
1.2.6.3 Ablauforganisation des Qualitätssystems Emissionsinventare 64
1.2.6.4 Dokumentation im Qualitätssystems Emissionsinventare 64
1.2.6.5 Das QSE-Handbuch 67
1.2.6.6 Unterstützung der sachkundigen Überprüfungsgruppen 67
1.2.6.7 Nutzung der Monitoring-Daten des Europäischen Emissionshandels zur Verbesserung der THG-Emissionsinventare 68
1.2.7 Änderungen in den nationalen Emissionshandelsregistern 68
1.3 KURZBESCHREIBUNG DER INVENTARERSTELLUNG 68
1.3.1 Vorgelagerte Abläufe 69
1.3.1.1 Bestimmung der Hauptquellgruppen (gemäß Tier 1-Verfahren) 70
1.3.1.2 Berechnung und Aggregation der Unsicherheiten der Emissionen 70
1.3.1.3 Erweiterte Bestimmung der Hauptquellgruppen 71
1.3.2 Festlegung der Berechnungsgrundlagen 71
1.3.3 Datengewinnung 72
1.3.4 Datenaufbereitung und Emissionsberechnung 73
1.3.5 Berichterstellung 73
1.4 ÜBERBLICK ÜBER DIE VERWENDETEN METHODEN UND DATENQUELLEN 76
1.4.1 Datenquellen 76
1.4.1.1 Energie 76
1.4.1.2 Industrieprozesse 79
1.4.1.3 Lösemittel- und andere Produktverwendung 82
1.4.1.4 Landwirtschaft 83
1.4.1.5 Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft 84
1.4.1.6 Abfall und Abwasser 86

1.4.2 Methoden 87
1.5 KURZBESCHREIBUNG DER HAUPTQUELLGRUPPEN 88
1.6 INFORMATIONEN ZUM QUALITÄTSSICHERUNGS- UND –KONTROLLPLAN SOWIE ZUM INVENTARPLAN 92
1.7 GENERELLE UNSICHERHEITENSCHÄTZUNG 94
1.7.1 Vorgehen zur Unsicherheitsbestimmung nach Tier 1, Kap 6 der GPG 94
1.7.2 Ergebnisse der Unsicherheitenschätzung 95
1.8 GENERELLE PRÜFUNG DER VOLLSTÄNDIGKEIT 97

2 TRENDS DER TREIBHAUSGASE 99
2.1 BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS FÜR AGGREGIERTE TREIBHAUSGASEMISSIONEN 102
2.2 BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS NACH TREIBHAUSGASEN 104
2.2.1 Kohlendioxid (CO_2) 104
2.2.2 Lachgas (N_2O) 105
2.2.3 Methan (CH_4) 105
2.2.4 F-Gase 106
2.3 BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS NACH QUELLKATEGORIEN 108
2.4 BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS FÜR INDIREKTE TREIBHAUSGASE UND SO_2 111

3 ENERGIE (CRF SEKTOR 1) 113
3.1 VERBRENNUNG VON BRENNSTOFFEN (1.A) 113
3.1.1 Öffentliche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung (1.A.1.a) 125
3.1.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.1.a) 125
3.1.1.2 Methodische Aspekte (1.A.1.a) 125
3.1.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.1.a) 128
3.1.1.3.1 Methodik zur Bestimmung der Unsicherheiten der Emissionsfaktoren 129
3.1.1.3.2 Ergebnis für N_2O 129
3.1.1.3.3 Ergebnis für CH_4 129
3.1.1.3.4 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren 130
3.1.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.1.a) 130
3.1.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.1.a) 131
3.1.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.1.a) 131
3.1.2 Mineralölraffinerien (1.A.1.b) 132
3.1.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.1.b) 132
3.1.2.2 Methodische Aspekte (1.A.1.b) 132
3.1.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.1.b) 133
3.1.2.3.1 Ergebnis für N_2O 133
3.1.2.3.2 Ergebnis für CH_4 133
3.1.2.3.3 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren 133
3.1.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.1.b) 133
3.1.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.1.b) 134
3.1.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.1.b) 134
3.1.3 Herstellung von festen Brennstoffen und sonstige Energieerzeuger (1.A.1.c) 134
3.1.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.1.c) 134
3.1.3.2 Methodische Aspekte (1.A.1.c) 135
3.1.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.1.c) 136
3.1.3.3.1 Ergebnis für N_2O 136
3.1.3.3.2 Ergebnis für CH_4 137
3.1.3.3.3 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren 137
3.1.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.1.c) 137
3.1.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.1.c) 137
3.1.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.1.c) 137
3.1.4 Verarbeitendes Gewerbe (1.A.2) 137
3.1.4.1 Verarbeitendes Gewerbe - Eisenschaffende Industrie (1.A.2.a) 139
3.1.4.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.a) 139
3.1.4.1.2 Methodische Aspekte (1.A.2.a) 140
3.1.4.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.a) 140
3.1.4.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.a) 140

3.1.4.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.a) *140*
3.1.4.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.2.a) *140*
3.1.4.2 Verarbeitendes Gewerbe – Nichteisen-Metalle (1.A.2.b) 141
3.1.4.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.b) *141*
3.1.4.2.2 Methodische Aspekte (1.A.2.b) *141*
3.1.4.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.b) *141*
3.1.4.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.b) *142*
3.1.4.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.b) *142*
3.1.4.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.2.b) *142*
3.1.4.3 Verarbeitendes Gewerbe – Chemische Industrie (1.A.2.c) 142
3.1.4.4 Verarbeitendes Gewerbe – Zellstoff, Papier und Druckerzeugnisse (1.A.2.d) 142
3.1.4.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.d) *143*
3.1.4.4.2 Methodische Aspekte (1.A.2.d) *143*
3.1.4.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.d) *143*
3.1.4.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.d) *143*
3.1.4.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.d) *144*
3.1.4.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.2.d) *144*
3.1.4.5 Verarbeitendes Gewerbe – Zuckerherstellung (1.A.2.e) 144
3.1.4.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.e) *144*
3.1.4.5.2 Methodische Aspekte (1.A.2.e) *144*
3.1.4.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.e) *144*
3.1.4.5.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.e) *145*
3.1.4.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.e) *145*
3.1.4.5.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.2.e) *145*
3.1.4.6 Verarbeitendes Gewerbe – Weitere Branchen (1.A.2.f, Summe) 145
3.1.4.7 Verarbeitendes Gewerbe - Zementherstellung (1.A.2.f, Zement) 145
3.1.4.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Zement) *146*
3.1.4.7.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Zement) *146*
3.1.4.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Zement) *147*
3.1.4.7.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Zement) *148*
3.1.4.7.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f Zement) *148*
3.1.4.7.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.2.f, Zement) *148*
3.1.4.8 Verarbeitendes Gewerbe - Keramik (1.A.2.f, Keramik) 148
3.1.4.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Keramik) *148*
3.1.4.8.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Keramik) *149*
3.1.4.8.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Keramik) *149*
3.1.4.8.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Keramik) *149*
3.1.4.8.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Keramik) *149*
3.1.4.8.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.2.f, Keramik) *149*
3.1.4.9 Verarbeitendes Gewerbe - Glas (1.A.2.f, Glas) 149
3.1.4.9.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Glas) *149*
3.1.4.9.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Glas) *150*
3.1.4.9.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Glas) *150*
3.1.4.9.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Glas) *150*
3.1.4.9.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Glas) *150*
3.1.4.9.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.2.f, Glas) *150*
3.1.4.10 Verarbeitendes Gewerbe - Kalkherstellung (1.A.2.f, Kalk) 151
3.1.4.10.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Kalk) *151*
3.1.4.10.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Kalk) *151*
3.1.4.10.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Kalk) *152*
3.1.4.10.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Kalk) *152*
3.1.4.10.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Kalk) *153*
3.1.4.10.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.2.f, Kalk) *153*
3.1.4.11 Verarbeitendes Gewerbe - Weitere Energieerzeugung (1.A.2.f, Sonstige) 153
3.1.4.11.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f Sonstige) *153*
3.1.4.11.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f Sonstige) *153*
3.1.4.11.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f Sonstige) *154*
3.1.4.11.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f Sonstige) *154*
3.1.4.11.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f Sonstige) *155*
3.1.4.11.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.2.f Sonstige) *155*
3.1.5 Transport (1.A.3) **155**
3.1.5.1 Transport - Ziviler Luftverkehr (1.A.3.a) 155
3.1.5.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.a) *155*
3.1.5.1.2 Methodische Aspekte (1.A.3.a) *156*

3.1.5.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.a) 159
3.1.5.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.a) 160
3.1.5.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.a) 164
3.1.5.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.3.a) 164
3.1.5.2 Transport - Straßenverkehr (1.A.3.b) 165
3.1.5.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.b) 165
3.1.5.2.2 Methodische Aspekte (1.A.3.b) 165
3.1.5.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.b) 168
3.1.5.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.b) 168
3.1.5.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.b) 168
3.1.5.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.3.b) 169
3.1.5.3 Transport - Schienenverkehr (1.A.3.c) 169
3.1.5.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.c) 169
3.1.5.3.2 Methodische Aspekte (1.A.3.c) 169
3.1.5.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.c) 171
3.1.5.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.c) 171
3.1.5.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.c) 171
3.1.5.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.3.c) 171
3.1.5.4 Transport - Schiffsverkehr (1.A.3.d) 172
3.1.5.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.d) 172
3.1.5.4.2 Methodische Aspekte (1.A.3.d) 172
3.1.5.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.d) 173
3.1.5.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.d) 174
3.1.5.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.d) 174
3.1.5.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.3.d) 174
3.1.5.5 Transport - Übriger Verkehr (1.A.3.e) 174
3.1.5.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.e) 174
3.1.5.5.2 Methodische Aspekte (1.A.3.e) 174
3.1.5.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.e) 176
3.1.5.5.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.e) 176
3.1.5.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.e) 176
3.1.5.5.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.3.e) 177
3.1.6 Sonstige: Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Land-, Forstwirtschaft und Fischerei (1.A.4) 178
3.1.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.4) 178
3.1.6.2 Methodische Aspekte (1.A.4) 180
3.1.6.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.4) 181
3.1.6.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.4) 182
3.1.6.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.4) 183
3.1.6.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.4) 183
3.1.7 Andere Bereiche (1.A.5) 183
3.1.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.5) 184
3.1.7.2 Methodische Aspekte (1.A.5) 184
3.1.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.5) 185
3.1.7.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.5) 185
3.1.7.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.5) 185
3.1.8 Vergleich mit dem CO_2-Referenzverfahren 185
3.1.9 Emissionen aus dem internationalen Verkehr (1.BU.1/1.BU.2) 186
3.1.9.1 Emissionen aus dem internationalen Flugverkehr (1.BU.1) 186
3.1.9.1.1 Methodische Aspekte (1.BU.1) 186
3.1.9.1.2 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.BU.1) 187
3.1.9.1.3 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle (1:BU.1) 187
3.1.9.1.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.BU.1) 187
3.1.9.1.5 Geplante Verbesserungen (1.BU.1) 187
3.1.9.2 Emissionen aus dem internationalen Seeverkehr/ Marine (1.BU.2) 187
3.1.9.2.1 Methodische Aspekte (1.BU.2) 188
3.1.9.2.2 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.BU.2) 188
3.1.9.2.3 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.BU.2) 188
3.1.9.2.4 Quellenspezifische Rückrechnung (1.BU.2) 189
3.1.10 Lagerhaltung 189
3.1.11 Militär 189
3.1.12 Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A) 189
3.1.12.1 Vergleich mit einer unabhängigen CO_2-Berechbung 192
3.1.12.2 Vergleich mit den IEA-Ergebnissen 193

3.1.12.3 Vergleich mit den für die einzelnen Bundesländer ermittelten Daten 193
3.1.12.3.1 Geplante Verbesserungen 196
3.2 DIFFUSE EMISSIONEN AUS BRENNSTOFFEN (1.B) 196
3.2.1 Diffuse Brennstoffe (1.B.1) 196
3.2.1.1 Kohlenbergbau (1.B.1.a) 198
3.2.1.1.1 Allgemeine Beschreibung der Quellgruppe Kohlenbergbau (1.B.1.a) 198
3.2.1.1.2 Methodische Aspekte (1.B.1.a) 199
3.2.1.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.a) 200
3.2.1.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.a) 201
3.2.1.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.1.a) 201
3.2.1.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.1.a) 202
3.2.1.2 Umwandlung von Kohle – Veredelung (1.B.1.b) 202
3.2.1.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.1.b) 202
3.2.1.2.2 Methodische Aspekte (1.B.1.b) 202
3.2.1.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.b) 203
3.2.1.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.b) 203
3.2.1.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.1.b) 203
3.2.1.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.1.b) 203
3.2.1.3 Andere (1.B.1.c) 204
3.2.1.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.1.c) 204
3.2.1.3.2 Methodische Aspekte (1.B.1.c) 204
3.2.1.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.c) 205
3.2.1.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.c) 205
3.2.1.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.1.c) 205
3.2.1.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.1.c) 206
3.2.2 Öl und Erdgas (1.B.2) 206
3.2.2.1 Geplante Verbesserungen (1.B.2) 206
3.2.2.2 Öl (1.B.2.a) 206
3.2.2.2.1 Öl, Exploration (1.B.2.a.i) 206
3.2.2.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.i) 207
3.2.2.2.1.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.i) 207
3.2.2.2.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.i) 207
3.2.2.2.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.i) 207
3.2.2.2.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.i) 207
3.2.2.2.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.a.i) 207
3.2.2.2.2 Öl, Vorbehandlung (1.B.2.a.ii) 208
3.2.2.2.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.ii) 208
3.2.2.2.2.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.ii) 208
3.2.2.2.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.ii) 208
3.2.2.2.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.ii) 209
3.2.2.2.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.ii) 209
3.2.2.2.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.a.ii) 209
3.2.2.2.3 Öl, Transport (1.B.2.a.iii) 209
3.2.2.2.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.iii) 209
3.2.2.2.3.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.iii) 210
3.2.2.2.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.iii) 210
3.2.2.2.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.iii) 210
3.2.2.2.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.iii) 210
3.2.2.2.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.a.iii) 210
3.2.2.2.4 Öl, Verarbeitung und Lagerung (1.B.2.a.iv) 211
3.2.2.2.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.iv) 211
3.2.2.2.4.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.iv) 211
3.2.2.2.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.iv) 211
3.2.2.2.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.iv) 211
3.2.2.2.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.iv) 212
3.2.2.2.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.a.iv) 212
3.2.2.2.5 Öl, Verteilung von Ölprodukten (1.B.2.a.v) 212
3.2.2.2.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.v) 212
3.2.2.2.5.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.v) 213
3.2.2.2.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.v) 214
3.2.2.2.5.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.v) 214
3.2.2.2.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.v) 214
3.2.2.2.5.6 Rückrechnungen sind nicht erforderlich. Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.a.v) 214

3.2.2.2.6 Öl, Sonstige (1.B.2.a.vi) *215*
3.2.2.2.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.vi) 215
3.2.2.2.6.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.vi) 215
3.2.2.2.6.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.vi) 215
3.2.2.2.6.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.vi) 216
3.2.2.2.6.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.vi) 216
3.2.2.2.6.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.a.vi) 216
3.2.2.3 Erdgas (1.B.2.b) 216
3.2.2.3.1 Gas, Erkundung von Gas (1.B.2.b.i) *216*
3.2.2.3.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.i) 216
3.2.2.3.1.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.i) 216
3.2.2.3.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.i) 217
3.2.2.3.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.i) 217
3.2.2.3.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.i) 217
3.2.2.3.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.b.i) 217
3.2.2.3.2 Gas, Herstellung und Verarbeitung (1.B.2.b.ii) *217*
3.2.2.3.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.ii) 217
3.2.2.3.2.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.ii) 218
3.2.2.3.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.ii) 218
3.2.2.3.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.ii) 218
3.2.2.3.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.ii) 218
3.2.2.3.2.6 Rückrechnungen sind nicht erforderlich. Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.b.ii) 218
3.2.2.3.3 Gas, Weiterleitung (1.B.2.b.iii) *219*
3.2.2.3.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.iii) 219
3.2.2.3.3.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.iii) 220
3.2.2.3.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.iii) 220
3.2.2.3.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.iii) 220
3.2.2.3.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.iii) 220
3.2.2.3.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.b.iii) 220
3.2.2.3.4 Gas, Verteilung (1.B.2.b.iv) *221*
3.2.2.3.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.iv) 221
3.2.2.3.4.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.iv) 223
3.2.2.3.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.iv) 223
3.2.2.3.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.iv) 223
3.2.2.3.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.iv) 223
3.2.2.3.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.b.iv) 223
3.2.2.3.5 Gas, Sonstige Leckagen (1.B.2.b.v) *223*
3.2.2.3.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.v) 224
3.2.2.3.5.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.v) 224
3.2.2.3.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.v) 224
3.2.2.3.5.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.v) 224
3.2.2.3.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.v) 224
3.2.2.3.5.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.b.v) 224
3.2.2.3.6 Abfackelung und Entlüftung (1.B.2.c) *224*
3.2.2.3.7 Abfackelung und Entlüftung von Öl (1.B.2.c.i) *224*
3.2.2.3.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.c.i) 225
3.2.2.3.7.2 Methodische Aspekte (1.B.2.c.i) 225
3.2.2.3.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.c.i) 225
3.2.2.3.7.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.c.i) 225
3.2.2.3.7.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.c.i) 226
3.2.2.3.7.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.c.i) 226
3.2.2.3.8 Abfackelung und Entlüftung von Gas (1.B.2.c.ii) *226*
3.2.2.3.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.c.ii) 226
3.2.2.3.8.2 Methodische Aspekte (1.B.2.c.ii) 226
3.2.2.3.8.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.c.ii) 226
3.2.2.3.8.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.c.ii) 226
3.2.2.3.8.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.c.ii) 226
3.2.2.3.8.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.c.ii) 226
3.2.2.4 Geothermie (1.B.2.d) 227
3.2.2.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.d) *227*
3.2.2.4.2 Methodische Aspekte (1.B.2.d) *227*
3.2.2.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.d) *228*
3.2.2.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und –Verifizierung (1.B.2.d) *228*

3.2.2.4.5 Quellenspezifische Rückrechnung (1.B.2.d) 228
3.2.2.4.6 Geplante Verbesserungen (1.B.2.d) 228

4 INDUSTRIEPROZESSE (CRF SEKTOR 2) 229
4.1 MINERALISCHE PRODUKTE (2.A) 229
4.1.1 Mineralische Produkte: Zement (2.A.1) 229
4.1.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.1) 229
4.1.1.2 Methodische Aspekte (2.A.1) 230
4.1.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.1) 231
4.1.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.1) 231
4.1.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.1) 232
4.1.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.1) 232
4.1.2 Mineralische Produkte: Kalk (2.A.2) 232
4.1.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.2) 232
4.1.2.2 Methodische Aspekte (2.A.2) 233
4.1.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.2) 234
4.1.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.2) 234
4.1.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.2) 235
4.1.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.2) 235
4.1.3 Mineralische Produkte: Verwendung von Kalkgestein und Dolomit (2.A.3) 235
4.1.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.3) 235
4.1.3.2 Methodische Aspekte (2.A.3) 236
4.1.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.3) 236
4.1.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.3) 237
4.1.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.3) 237
4.1.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.3) 237
4.1.4 Mineralische Produkte: Sodaherstellung und -nutzung (2.A.4) 237
4.1.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.4) 237
4.1.4.2 Methodische Aspekte (2.A.4) 238
4.1.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.4) 238
4.1.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.4) 238
4.1.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.4) 238
4.1.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.4) 239
4.1.5 Mineralische Produkte: Verwendung von Bitumen zur Dachdeckung (2.A.5) 239
4.1.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.5) 239
4.1.5.2 Methodische Aspekte (2.A.5) 239
4.1.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.5) 240
4.1.5.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.5) 240
4.1.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.5) 240
4.1.5.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.5) 240
4.1.6 Mineralische Produkte: Straßenasphaltierung (2.A.6) 241
4.1.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.6) 241
4.1.6.2 Methodische Aspekte (2.A.6) 241
4.1.6.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.6) 242
4.1.6.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.6) 242
4.1.6.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.6) 242
4.1.6.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.6) 242
4.1.7 Mineralische Produkte: Glas (2.A.7 Glas) 243
4.1.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.7 Glas) 243
4.1.7.2 Methodische Aspekte (2.A.7 Glas) 243
4.1.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.7 Glas) 245
4.1.7.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.7 Glas) 245
4.1.7.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.7 Glas) 246
4.1.7.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.7 Glas) 246
4.1.8 Mineralische Produkte: Keramik (2.A.7 Keramik) 246
4.1.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.7 Keramik) 246
4.1.8.2 Methodische Aspekte (2.A.7 Keramik) 247
4.1.8.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.7 Keramik) 248
4.1.8.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.7 Keramik) 248
4.1.8.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.7 Keramik) 248
4.1.8.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.7 Keramik) 249
4.2 CHEMISCHE INDUSTRIE (2.B) 249
4.2.1 Chemische Industrie: Ammoniakproduktion (2.B.1) 249
4.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.1) 249

4.2.1.2 Methodische Aspekte (2.B.1) 250
4.2.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.1) 251
4.2.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.1) 251
4.2.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.1) 251
4.2.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.B.1) 251
4.2.2 Chemische Industrie: Salpetersäureproduktion (2.B.2) 252
4.2.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.2) 252
4.2.2.2 Methodische Aspekte (2.B 2) 252
4.2.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.2) 254
4.2.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.2) 254
4.2.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.2) 254
4.2.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.B.2) 254
4.2.3 Chemische Industrie: Adipinsäureproduktion (2.B.3) 254
4.2.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.3) 254
4.2.3.2 Methodische Aspekte (2.B.3) 255
4.2.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.3) 255
4.2.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.3) 255
4.2.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.3) 256
4.2.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.B.3 256
4.2.4 Chemische Industrie: Carbidproduktion (2.B.4) 256
4.2.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.4) 256
4.2.4.2 Methodische Aspekte (2.B.4) 256
4.2.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.4) 257
4.2.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.4) 257
4.2.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.4) 257
4.2.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.B.4) 257
4.2.5 Chemische Industrie - Sonstige: Emissionen aus sonstigen Produktionsprozessen (2.B.5) 258
4.2.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.5) 258
4.2.5.2 Methodische Aspekte (2.B.5) 259
4.2.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.5) 261
4.2.5.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.5) 261
4.2.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.5) 261
4.2.5.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.B.5) 262
4.3 METALLPRODUKTION (2.C) 262
4.3.1 Metallproduktion: Eisen- und Stahlproduktion (2.C.1) 263
4.3.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.1) 263
4.3.1.2 Methodische Aspekte (2.C.1) 263
4.3.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.1) 269
4.3.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.1) 269
4.3.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.1) 270
4.3.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.C.1) 270
4.3.2 Metallproduktion: Produktion von Ferrolegierungen (2.C.2) 270
4.3.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.2) 270
4.3.2.2 Methodische Aspekte (2.C.2) 270
4.3.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.2) 270
4.3.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.2) 270
4.3.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.2) 271
4.3.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.C.2) 271
4.3.3 Metallproduktion: Primäraluminiumproduktion (2.C.3) 271
4.3.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.3) 271
4.3.3.2 Methodische Aspekte (2.C.3) 271
4.3.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.3) 272
4.3.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.3) 273
4.3.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.3) 273
4.3.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.C.3) 273
4.3.4 Metallproduktion: SF_6 in der Aluminium- und Magnesiumproduktion (2.C.4) 274
4.3.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.4) 274
4.3.4.2 Methodische Aspekte (2.C.4) 274
4.3.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.4) 275
4.3.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.4) 275
4.3.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.4) 275
4.3.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.C.4) 275
4.3.5 Metallproduktion: Sonstige (2.C.5) 276

4.3.5.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.5) *276*
4.3.5.1.2 Methodische Aspekte (2.C.5) *276*
4.3.5.1.3 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.5) *276*
4.4 ANDERE PRODUKTIONEN (2.D.) **276**
4.4.1 Andere Produktionen: Zellstoff- und Papierherstellung (2.D.1) **276**
4.4.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.D.1) 276
4.4.1.2 Methodische Aspekte (2.D.1) 277
4.4.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.D.1) 278
4.4.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.D.1) 278
4.4.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.D.1) 278
4.4.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.D.1) 278
4.4.2 Andere Produktionen: Nahrungsmittel und Getränke (2.D.2) **279**
4.4.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.D.2) 279
4.4.2.2 Methodische Aspekte (2.D.2) 280
4.4.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.D.2) 281
4.4.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.D.2) 281
4.4.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.D.2) 281
4.4.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.D.2) 281
4.5 PRODUKTION VON HALOGENIERTEN KOHLENWASSERSTOFFEN UND SF_6 (2.E) **281**
4.5.1 By-Product Emissionen (2.E.1) **282**
4.5.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.E.1) 282
4.5.1.2 Methodische Aspekte (2.E.1) 282
4.5.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.E.1) 282
4.5.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.E.1) 283
4.5.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.E.1) 283
4.5.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.E.1) 283
4.5.2 Herstellungsbedingte Emissionen (2.E.2) **283**
4.5.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.E.2) 283
4.5.2.2 Methodische Aspekte (2.E.2) 283
4.5.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.E.2) 283
4.5.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.E.2) 284
4.5.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.E.2) 284
4.5.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.E.2) 284
4.5.3 Sonstige (2.E.3) **284**
4.6 VERBRAUCH VON HALOGENIERTEN KOHLENWASSERSTOFFEN UND SF_6 (2.F) **284**
4.6.1 Kälte und Klimaanlagen (2.F.1) **287**
4.6.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.1) 287
4.6.1.2 Methodische Aspekte (2.F.1) 287
4.6.1.2.1 Haushaltskälte (2.F.1.a) *287*
4.6.1.2.2 Gewerbekälte (2.F.1.b) *288*
4.6.1.2.3 Transportkälte (Kühlfahrzeuge und –container) (2.F.1.c) *289*
4.6.1.2.4 Industriekälte (2.F.1.d) *291*
4.6.1.2.5 Stationäre Klimaanlagen (2.F.1.e) *291*
4.6.1.2.5.1 Raumklimageräte 291
4.6.1.2.5.2 Großklimaanlagen 292
4.6.1.2.5.3 Wärmepumpenanlagen 293
4.6.1.2.6 Mobile Klimaanlagen (2.F.1.f) *293*
4.6.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.1 alle) 294
4.6.1.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.1 alle) 295
4.6.1.5 Geplante Verbesserungen (2.F.1 alle) 296
4.6.2 Schaumherstellung (2.F.2) **296**
4.6.2.1 PU-Schaumprodukte (2.F.2) 296
4.6.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.2) *296*
4.6.2.1.2 Methodische Aspekte (2.F.2) *297*
4.6.2.2 PU-Montageschaum (2.F.2) 297
4.6.2.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.2) *297*
4.6.2.2.2 Methodische Aspekte (2.F.2) *298*
4.6.2.3 XPS-Hartschaum (2.F.2) 298
4.6.2.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.2) *298*
4.6.2.3.2 Methodische Aspekte (2.F.2) *299*
4.6.2.4 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.2) 299
4.6.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.2) 300
4.6.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.F.2) 300
4.6.3 Feuerlöschmittel (2.F.3) **300**

4.6.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.3) 300
4.6.3.2 Methodische Aspekte (2.F.3) 301
4.6.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.3) 301
4.6.3.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.3) 301
4.6.3.5 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.F.3) 301
4.6.4 Aerosole (2.F.4) 302
4.6.4.1 Dosieraerosole (2.F.4.a) 302
4.6.4.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.4.a) 302
4.6.4.1.2 Methodische Aspekte (2.F.4.a) 302
4.6.4.2 Sonstige Aerosole (2.F.4.b) 303
4.6.4.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.4.b) 303
4.6.4.2.2 Methodische Aspekte (2.F.4.b) 303
4.6.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.4 alle) 303
4.6.4.3.1 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.4 alle) 304
4.6.4.3.2 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.F.4 alle) 304
4.6.5 Lösemittel (2.F.5) 304
4.6.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.5) 304
4.6.5.2 Methodische Aspekte (2.F.5) 304
4.6.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.5) 304
4.6.5.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.5) 304
4.6.5.5 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.F.5) 304
4.6.6 Halbleiterproduktion (2.F.6) 305
4.6.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.6) 305
4.6.6.2 Methodische Aspekte (2.F.6) 305
4.6.6.3 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.6) 305
4.6.6.4 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.F.6) 305
4.6.7 Elektrische Betriebsmittel (2.F.7) 306
4.6.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.7) 306
4.6.7.2 Methodische Aspekte (2.F.7) 306
4.6.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.7) 308
4.6.7.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.7) 309
4.6.7.5 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.F.7) 309
4.6.8 Sonstige (2.F.8) 309
4.6.8.1 Isolierglasfenster (2.F.8.a) 309
4.6.8.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.a) 309
4.6.8.1.2 Methodische Aspekte (2.F.8.a) 310
4.6.8.2 Autoreifen (2.F.8.b) 311
4.6.8.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.b) 311
4.6.8.2.2 Methodische Aspekte (2.F.8.b) 311
4.6.8.3 Sportschuhe (2.F.8.c) 312
4.6.8.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.c) 312
4.6.8.3.2 Methodische Aspekte (2.F.8.c) 312
4.6.8.4 Spurengas (2.F.8.d) 312
4.6.8.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.d) 312
4.6.8.4.2 Methodische Aspekte (2.F.8.d) 312
4.6.8.5 AWACS Wartung (2.F.8.e) 313
4.6.8.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.e) 313
4.6.8.5.2 Methodische Aspekte (2.F.8.e) 313
4.6.8.6 Schweißen (2.F.8.f) 313
4.6.8.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.f) 313
4.6.8.6.2 Methodische Aspekte (2.F.8.f) 314
4.6.8.7 Optische Glasfasern (2.F.8.g) 314
4.6.8.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.g) 314
4.6.8.7.2 Methodische Aspekte (2.F.8.g) 314
4.6.8.8 Photovoltaik (2.F.8.h) 314
4.6.8.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.h) 314
4.6.8.8.2 Methodische Aspekte (2.F.8.h) 315
4.6.8.9 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.8 alle) 315
4.6.8.10 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.8) 316
4.6.8.11 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.F.8) 316
4.6.9 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.F alle) 316
4.7 ANDERE BEREICHE (2.G.) 316

5 LÖSEMITTEL UND ANDERE PRODUKTVERWENDUNG (CRF SEKTOR 3) 317
5.1 LÖSEMITTEL - NMVOC (3.A-3.C & 3.D) 317
5.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (3.A-3.C & 3.D) 317
5.1.2 Methodische Aspekte (3.A-3.C & 3.D) 319
5.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (3.A-3.C & 3.D) 320
5.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (3.A-3.C & 3.D) 320
5.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (3.A-3.C & 3.D) 320
5.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (3.A-3.C & 3.D) 321
5.2 SONSTIGE - N_2O (3.D) 321
5.2.1 Verwendung von N_2O als Anästhetikum (3.D.1) 321
5.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (3.D.1) 321
5.2.1.2 Methodische Aspekte (3.D.1) 323
5.2.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (3.D.1) 323
5.2.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (3.D.1) 324
5.2.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (3.D.1) 324
5.2.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (3.D.1) 324
5.2.2 Sprengstoffe (3.D) 325
5.2.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (3.D) 325
5.2.2.2 Methodische Aspekte (3.D) 326
5.2.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (3.D) 327
5.2.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (3.D) 327
5.2.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (3.D) 327
5.2.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (3.D) 327

6 LANDWIRTSCHAFT (CRF SEKTOR 4) 328
6.1 FERMENTATION BEI DER VERDAUUNG (4.A) 330
6.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.A) 330
6.1.1.1 Berechnete Emissionen 331
6.1.2 Methodische Aspekte (4.A) 331
6.1.2.1 Charakterisierung der Tierbestände 332
6.1.2.1.1 Tierzahlen 333
6.1.2.1.2 Milchkühe 333
6.1.2.1.3 Übrige Rinder 334
6.1.2.1.4 Schweine 334
6.1.2.1.5 Pferde 334
6.1.2.1.6 Schafe 334
6.1.2.1.7 Geflügel 334
6.1.2.1.8 Alle anderen Tiere 334
6.1.2.1.9 Zusammenstellung relevanter Tierzahlen 335
6.1.2.2 Berechnung der CH_4-Emissionen aus der Milchkuh-Haltung 335
6.1.2.3 Berechnung der CH_4-Emissionen Haltung der übrigen Rinder (Kälber, Färsen, Mastbullen, Mutterkühe, Zuchtbullen) 336
6.1.2.4 Berechnung der CH_4-Emissionen aus der Verdauung bei Sauen und wachsenden Schweinen (Aufzuchtferkel, Mastschweine) sowie Ebern 337
6.1.2.5 Berechnung der CH_4-Emissionen aller anderen Säugetiere (Schafe, Ziegen, Pferde, Büffel) 338
6.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.A) 338
6.1.3.1 Relevante Tierzahlen 338
6.1.3.2 Emissionsfaktoren 339
6.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.A) 339
6.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (4.A) 340
6.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (4.A) 342
6.2 WIRTSCHAFTSDÜNGER-MANAGEMENT (4.B) 342
6.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.B) 342
6.2.1.1 Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B) 343
6.2.1.1.1 Berechnete Emissionen 343
6.2.1.2 Emissionen von flüchtigen Kohlenwasserstoffen ohne Methan aus dem Wirtschaftsdünger-Management 343
6.2.1.3 Distickstoffoxid-, Stickstoffmonoxid- und Ammoniak-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management 344
6.2.2 Methodische Aspekte (4.B) 344
6.2.2.1 Methodische Aspekte und Anforderungen CRF 4.B (CH_4) 344
6.2.2.2 Methodische Aspekte und Anforderungen CRF/NFR 4.B (NH_3, N_2O, NO und N_2) 345

6.2.2.3 Relevante Tierzahlen 348
6.2.2.4 Ausscheidungen 349
6.2.2.5 Weidegang, Stalltyp und Aufstallungsdauer 350
6.2.2.6 Gülle- und Mist-Aufbereitung 350
6.2.2.7 Lagerung 351
6.2.2.8 Ausbringung 351
6.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.B) 351
6.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.B) 351
6.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (4.B) 354
6.2.5.1 Quellenspezifische Rückrechnungen (CH_4) 354
6.2.5.2 Quellenspezifische Rückrechnungen (NMVOC) 355
6.2.5.3 Quellenspezifische Rückrechnungen (NH_3, N_2O, NO, N_2) 356
6.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (4.B) 357
6.3 REISANBAU (4.C) 358
6.4 LANDWIRTSCHAFTLICHE BÖDEN (4.D) 358
6.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.D) 358
6.4.2 Methodische Aspekte und Anforderungen (4.D) 360
6.4.2.1 Methan-Konsumption von landwirtschaftlichen Böden (4.D) 361
6.4.2.2 Emissionen von flüchtigen Kohlenstoff-Verbindungen ohne Methan aus landwirtschaftlichen Böden und Kulturen (erste Schätzung) (4.D) 361
6.4.2.3 Distickstoffoxid- und Stickstoffmonoxid-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (Düngeranwendung) (4.D) 362
6.4.2.4 Ammoniak-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (Anwendung von Mineraldüngern) (4.D) 362
6.4.2.5 Kohlenstoffdioxid-Emissionen aus der Anwendung von Harnstoff (4.D) 363
6.4.2.6 Distickstoffoxid- , Stickstoffmonoxid- Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (Leguminosen) (4.D) 363
6.4.2.7 Distickstoffoxid- und Stickstoffmonoxid-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (Ernterückstände) (4.D) 364
6.4.2.8 Distickstoffoxid-Emissionen aus organischen Böden (4.D) 365
6.4.2.9 Distickstoffoxid-Emissionen aus beim Weidegang ausgeschiedenen Exkrementen (4.D) 365
6.4.2.10 Indirekte Distickstoffoxid-Emissionen als Folge atmosphärischer Deposition (4.D) 366
6.4.2.11 Indirekte Distickstoffoxid-Emissionen als Folge von Auswaschung und Oberflächenabfluss (4.D) 366
6.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.D) 367
6.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.D) 367
6.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (4.D) 367
6.4.5.1 Methan-Konsumption von landwirtschaftlichen Böden (4.D) 367
6.4.5.2 Ammoniak-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (4.D) 367
6.4.5.3 Distickstoffoxid- und Stickstoffmonooxid-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (4.D) 368
6.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (4.D) 369
6.4.6.1 Ammoniak-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (4.D) 369
6.5 BRANDRODUNG (4.E) 369
6.6 VERBRENNEN VON ERNTERÜCKSTÄNDEN AUF DER FLÄCHE (4.F) 369

7 LANDNUTZUNG, LANDNUTZUNGSÄNDERUNG UND FORSTWIRTSCHAFT (CRF SEKTOR 5) 370
7.1 WÄLDER(5.A) 370
7.1.1 Verbleibende Waldfläche (Forest Land remaining Forest Land) (5.A.1) 371
7.1.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (5.A.1) 371
7.1.1.1.1 Änderungen in der Biomasse 371
7.1.1.1.2 Totholz, Streu und Böden 371
7.1.1.1.3 Sonstige Treibhausgasemissionen aus Wäldern 372
7.1.1.2 Methodische Aspekte (5.A.1) 372
7.1.1.2.1 Datenquellen 372
7.1.1.2.2 Verbleibende Waldfläche 373
7.1.1.2.3 Herleitung der Vorratsveränderung nach der „Stock-Change-Method“ (Differenzmethode) 373
7.1.1.2.4 Vorgehen 374
7.1.1.2.5 Gesamtvorräte der verbleibende Waldfläche 374
7.1.1.2.6 Raumdichte Stammholz und Äste 375
7.1.1.2.7 Volumenexpansionsfaktoren 375
7.1.1.2.8 Wurzelbiomasse 376

7.1.1.2.9 Herleitung der CO_2-Emissionen aus der Kalkung von Waldböden *376*
7.1.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5.A.1) 376
7.1.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5.A.1) 377
7.1.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (5.A.1) 377
7.1.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (5.A.1) 377
7.1.2 Neuwaldflächen (Land converted to Forest Land) (5.A.2) 378
7.1.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (5.A.2) 378
7.1.2.2 Methodische Aspekte (5.A.2) 378
7.1.2.2.1 Neuwaldflächen *378*
7.1.2.2.2 Biomasse-Vorräte Neuwaldflächen *378*
7.1.2.2.3 Vorräte in Totholz, Streu und Böden der Neuwaldflächen *379*
7.1.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5.A.2) 379
7.1.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5.A.2) 379
7.1.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (5.A.2) 379
7.1.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (5.A.2) 379
7.2 ACKERLAND (5.B) 379
7.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (5.B) 380
7.2.2 Methodische Aspekte (5.B) 380
7.2.2.1 Datenquellen 380
7.2.2.2 Mineralische Böden 381
7.2.2.3 Organische Böden 382
7.2.2.4 Biomasse 382
7.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5.B) 383
7.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5.B) 384
7.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (5.B) 384
7.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (5.B) 384
7.3 GRÜNLAND (5.C) 385
7.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (5. C) 385
7.3.2 Methodische Aspekte (5. C) 385
7.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. C) 385
7.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. C) 385
7.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (5. C) 386
7.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (5. C) 386
7.4 WETLAND (5.D) 386
7.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (5. D) 386
7.4.2 Methodische Aspekte (5. D) 386
7.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. D) 387
7.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. D) 387
7.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (5. D) 387
7.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (5. D) 387
7.5 SIEDLUNGEN (5.E) 387
7.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (5. E) 388
7.5.2 Methodische Aspekte (5. E) 388
7.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. E) 389
7.5.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. E) 389
7.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (5. E) 389
7.5.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (5. E) 389
7.6 SONSTIGES LAND (5.F) 390
7.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (5. F) 390
7.6.2 Methodische Aspekte (5. F) 390
7.6.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. F) 390
7.6.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. F) 390
7.6.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (5. F) 391
7.6.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (5. F) 391
7.7 ANDERE BEREICHE (5.G) 391

8 ABFALL UND ABWASSER (CRF SEKTOR 6) 392
8.1 ABFALLDEPONIE (6.A) 392
8.1.1 Geordnete Deponierung – Deponierung von Siedlungsabfällen (6.A.1) 392
8.1.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.A.1) 392
8.1.1.2 Methodische Aspekte (6.A.1) 394
8.1.1.2.1 Deponierte Abfallmengen *395*
8.1.1.2.2 Abfallzusammensetzung *396*

8.1.1.2.3 F (Methankorrekturfaktor) 398
8.1.1.2.4 DOC 398
8.1.1.2.5 DOC_F 398
8.1.1.2.6 F = Anteil des CH_4 am Deponiegas 399
8.1.1.2.7 Halbwertszeit 399
8.1.1.2.8 Deponiegasnutzung 399
8.1.1.2.9 Oxidationsfaktor 400
8.1.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.A.1) 400
8.1.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/ -kontrolle und Verifizierung (6.A.1) 400
8.1.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (6.A.1) 400
8.1.1.6 Geplante Verbesserungen (6.A.1) 400
8.2 ABWASSERBEHANDLUNG (6.B) 401
8.2.1 Methanemissionen der industriellen Abwasser- und Schlammbehandlung (6.B.1) 401
8.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.1) 401
8.2.2 Kommunale Abwasserbehandlung (6.B.2) 402
8.2.2.1 Methanemissionen der kommunalen Abwasserbehandlung (6.B.2) 402
8.2.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2) 402
8.2.2.1.2 Methodische Aspekte (6.B.2) 402
8.2.2.1.3 Unsicherheit und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2) 403
8.2.2.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/ -kontrolle und Verifizierung (6.B.2) 403
8.2.2.1.5 Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2) 403
8.2.2.1.6 Geplante Verbesserungen (6.B.2) 404
8.2.2.2 Methanemissionen der kommunalen Schlammbehandlung (6.B.2) 404
8.2.2.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2) 404
8.2.2.2.2 Methodische Aspekte (6.B.2) 405
8.2.2.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2) 405
8.2.2.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.B.2) 405
8.2.2.2.5 Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2) 405
8.2.2.2.6 Geplante Verbesserungen (6.B.2) 405
8.2.2.3 Lachgasemissionen aus dem kommunalen Abwasser (6.B.2) 405
8.2.2.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2) 405
8.2.2.3.2 Methodische Aspekte (6.B.2) 406
8.2.2.3.3 Unsicherheit und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2) 407
8.2.2.3.4 Quellgruppenspezifische Qualitätssicherung/ -kontrolle und Verifizierung (6.B.2) 407
8.2.2.3.5 Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2) 407
8.2.2.3.6 Geplante Verbesserungen (6.B.2) 407
8.3 ABFALLVERBRENNUNG (6.C) 408
8.4 ANDERE BEREICHE (6.D) 408
8.4.1 Andere Bereiche - Kompostierungsanlagen (6.D.1) 408
8.4.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.D.1) 408
8.4.1.2 Methodische Aspekte (6.D.1) 408
8.4.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.D.1) 409
8.4.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.D.1) 409
8.4.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (6.D.1) 409
8.4.1.6 Geplante Verbesserungen (6.D.1) 409
8.4.2 Andere Bereiche - Mechanisch-biologische Abfallbehandlung (MBA) (6.D.2) 409
8.4.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.D.2) 409
8.4.2.2 Methodische Aspekte (6.D.2) 410
8.4.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.D.2) 411
8.4.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.D.2) 411
8.4.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (6.D.2) 411
8.4.2.6 Geplante Verbesserungen (6.D.2) 411
9 ANDERE (CRF SEKTOR 7) 412
10 RÜCKRECHNUNGEN UND VERBESSERUNGEN 413
10.1 ERKLÄRUNG UND RECHTFERTIGUNG DER RÜCKRECHNUNGEN 413
10.1.1 Generelles Vorgehen 413
10.1.2 Rückrechnungen im Inventar 2009 nach Quellgruppen 414
10.1.3 Rückrechnungen im Inventar 2009 nach Schadstoffen 416
10.1.4 Rückrechnungen als Umsetzung von Ergebnissen des Review Prozesses 417
10.2 AUSWIRKUNG AUF DIE HÖHE DER EMISSIONEN 417
10.2.1 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 1990 419
10.2.2 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 2006 420

10.3 AUSWIRKUNG AUF DIE EMISSIONSTRENDS UND DIE KONSISTENZ DER ZEITREIHE 421
10.4 VERBESSERUNGEN DES INVENTARS 422

11 REFERENZEN 426

12 ANHANG 1: HAUPTQUELLGRUPPEN DES DEUTSCHEN TREIBHAUSGASINVENTARS 440
12.1 BESCHREIBUNG DER METHODE ZUR FESTLEGUNG DER HAUPTQUELLGRUPPEN 441
12.1.1 Tier 1 Level Approach 441
12.1.2 Tier 1 Trend Approach 444
12.1.3 Tier 2 Approach 447

13 ANHANG 2: DETAILLIERTE ERLÄUTERUNG DER METHODEN UND DATEN ZUR BERECHNUNG VON CO_2 EMISSIONEN AUS DER VERBRENNUNG VON BRENNSTOFFEN 448
13.1 DIE DEUTSCHE ENERGIEBILANZ 448
13.2 AUFBAU DER ENERGIEBILANZEN 449
13.3 ERSTELLUNG VORLÄUFIGER ENERGIEBILANZEN DURCH DAS UBA 454
13.4 METHODISCHE ASPEKTE: ENERGIEBEDINGTE AKTIVITÄTSRATEN 455
13.5 UNSICHERHEITEN UND ZEITREIHENKONSISTENZ DER ENERGIEBILANZ 456
13.5.1 Das Bilanzjahr 1990 und die Energiebilanzen für 1991 bis 1994 456
13.6 UNSICHERHEITEN DER AKTIVITÄTSRATEN STATIONÄRER FEUERUNGSANLAGEN 457
13.7 CO_2-EMISSIONSFAKTOREN 457
13.7.1 Methodische Vorbemerkungen 458
13.7.2 Basis-Emissionsfaktoren für CO_2 459
13.7.3 Ermittlung der Inventar-Emissionsfaktoren für CO_2 459
13.8 ENTWICKLUNG EINES VORLÄUFIGEN REFERENZ APPROACH AUF DER BASIS DER AUSWERTETABELLEN ZUR ENERGIEBILANZ 465
13.9 ANALYSE DER CO_2-EMISSIONEN AUS DER NICHTENERGETISCHEN VERWENDUNG VON ENERGIETRÄGERN 465

14 ANHANG 3: WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR EINZELNE QUELL- UND SENKENKATEGORIEN 465
14.1 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE ENERGIE (1) 465
14.1.1 Überarbeitung der Aktivitätsraten stationärer Feuerungsanlagen der neuen Bundesländer für das Jahr 1990 und der Folgejahre (1.A.1 und 1.A.2) 465
14.1.1.1 Aktivitätsraten für das Jahr 1990 465
14.1.1.2 Methode zur Überarbeitung der Aktivitätsraten für das Jahr 1990 466
14.1.1.3 Ergebnisse (Aktivitätsraten 1990) 467
14.1.1.4 Überarbeitung der Aktivitätsraten für die Jahre 1991 bis 1994 476
14.1.1.4.1 Methode (Aktivitätsraten 1991-1994) 476
14.1.1.5 Ergebnisse (Aktivitätsraten 1991-1994) 477
14.1.1.5.1 Braunkohlen 477
14.1.1.5.2 Energieintensive Industrieprozesse 479
14.1.2 Energy Industries (1.A.1) 483
14.1.2.1 Methodische Aspekte der Ermittlung der Emissionsfaktoren (Kap. 3.1.1.2*)* 483
14.1.2.2 Methodik zur Bestimmung der Unsicherheiten der Emissionsfaktoren 487
14.1.2.3 Methan-Emissionsfaktoren im Forschungsvorhaben RENTZ et al, 2002 489
14.1.2.4 CO_2-Emissionen aus der Abgasentschwefelung (CRF 1.A.1, Kalksteinbilanz) 490
14.1.3 Transport (1.A.3) 491
14.1.3.1 Transport - Ziviler Luftverkehr (1.A.3.a) 491
14.1.3.2 Ableitung der Aktivitätsraten zum Straßenverkehr (1.A.3.b) 491
14.1.3.2.1 Abgleich auf die Energiebilanz 491
14.1.3.2.2 Zuordnung von Bio-Kraftstoffen, Petroleum und Flüssiggas auf die Strukturelemente 494
14.1.3.2.3 Aktivitätsrate für Verdunstung 494
14.1.3.3 Ableitung der Emissionsfaktoren 494
14.1.3.3.1 Emissionsfaktoren aus TREMOD 494
14.1.3.3.2 Emissionsfaktoren für Biodiesel, Bio-Ethanol, Petroleum und Flüssiggas 494
14.1.3.4 Ableitung der Daten für West- und Ostdeutschland 1994 495
14.2 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE INDUSTRIEPROZESSE (2) 496
14.2.1 Mineralische Produkte (2.A) 496
14.2.2 Chemische Industrie (2.B) 496

14.2.3 Metall Produktion (2.C) 496
14.2.4 Andere Produktion (2.D) 496
14.2.4.1 Zellstoff- und Papierherstellung (2.D.1) 496
14.2.4.1.1 Verfahren zur Fasergewinnung 496
14.2.4.1.2 Papier und Kartonherstellung 499
14.3 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE LÖSEMITTEL UND ANDERE PRODUKTVERWENDUNG (3) 501
14.4 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE LANDWIRTSCHAFT (4) 501
14.5 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELL/SENKENKATEGORIE LANDNUTZUNGSÄNDERUNG UND FORSTWIRTSCHAFT (5) 501
14.5.1 Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (5.A) 501
14.5.1.1 Wald 501
14.5.1.1.1 Verbleibende Waldfläche (Forest Land remaining Forest Land) 502
14.5.1.1.1.1 Beschreibung der Quellgruppe 502
14.5.1.1.1.1.1 Änderungen in der Biomasse 502
14.5.1.1.1.1.2 Totholz, Streu und Böden 503
14.5.1.1.1.1.3 Sonstige Treibhausgasemissionen aus Wäldern 503
14.5.1.1.1.2 Methodische Aspekte 504
14.5.1.1.1.2.1 Datenquellen 504
14.5.1.1.1.2.2 Verbleibende Waldfläche 505
14.5.1.1.1.2.3 Herleitung der Vorratsveränderung nach der „Stock-Change-Method“ (Differenzmethode) 506
14.5.1.1.1.2.4 Vorgehen 506
14.5.1.1.1.2.5 Gesamtvorräte der verbleibenden Waldfläche 508
14.5.1.1.1.2.6 Gesamtvorräte verschiedener Szenarien 508
14.5.1.1.1.2.7 Raumdichte Stammholz 509
14.5.1.1.1.2.8 Raumdichte der Äste 510
14.5.1.1.1.2.9 Volumenexpansionsfaktoren 511
14.5.1.1.1.2.10 Wurzelbiomasse 512
14.5.1.1.2 Herleitung der CO_2-Emissionen aus der Kalkung von Waldböden 514
14.5.1.1.2.1 Unsicherheiten 514
14.5.1.1.2.1.1 Unsicherheiten Derbholzvorräte 515
14.5.1.1.2.1.2 Unsicherheit Raumdichte 515
14.5.1.1.2.1.3 Unsicherheit der Volumenexpansion 516
14.5.1.1.2.1.4 Unsicherheit Wurzelbiomasse und Kohlenstoffgehalt 517
14.5.1.1.2.1.5 Fehlerschätzung für die neuen Bundesländer 1993 517
14.5.1.1.2.1.6 Gesamtfehler 518
14.5.1.1.2.2 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung 519
14.5.1.1.2.3 Quellenspezifische Rückrechnungen 520
14.5.1.1.3 Neuwald (Land converted to Forest Land) 520
14.5.1.1.3.1 Beschreibung der Quellgruppe 520
14.5.1.1.3.2 Methodische Aspekte 520
14.5.1.1.3.2.1 Neuwaldflächen 520
14.5.1.1.3.2.2 Biomasse-Vorräte Neuwaldflächen 521
14.5.1.1.3.2.3 Vorräte in Totholz, Streu und Böden der Neuwaldflächen 522
14.5.1.1.4 Entwaldungsflächen (Forest Land converted to Other Land) 522
14.5.1.1.4.1 Beschreibung der Quellgruppe 522
14.5.1.1.4.2 Methodische Aspekte 522
14.5.1.1.4.2.1 Entwaldungsflächen 522
14.5.1.1.4.2.2 Vorratsverlust der Entwaldungsflächen 522
14.5.2 Ackerland, Grünland, Feuchtgebiete, Siedlungen und andere Flächen (5B/5C/5D/5E/5F) 523
14.5.2.1 Landflächenverteilung und Zuordnung der Nutzungskategorien 523
14.5.2.1.1 Datenquellen und deren Anpassung 523
14.5.2.1.2 Ermittlung der Flächennutzungsänderung und nutzungsänderungsbedingten Flächenwanderung 525
14.5.2.1.3 Organische Bodenfläche 526
14.5.2.2 Ermittlung der Kohlenstoffvorräte und deren Veränderungen infolge von Landnutzungsänderungen 527
14.5.2.3 Veränderungen der Kohlenstoffvorräte in Boden und Biomasse 527
14.5.2.3.1 Ableitung der EF für den Mineralboden infolge Landnutzungsänderung 527
14.5.2.3.2 Ableitung der Berechnungsgrößen (Emissionsfaktoren) für Biomasse 531

14.5.2.3.2.1 Forst, Dauerkulturen, Feuchtgebiete und Gehölze im Siedlungsbereich 531
14.5.2.3.2.2 Grünland und nicht perennierende Ackerkulturen: 531
14.5.2.4 Kalkung 532
14.5.2.5 Bestimmung der N_2O – Emissionen nach Konversion in Ackerland 532
14.5.2.6 Unsicherheiten 533
14.5.2.6.1 Flächenausweisung 533
14.5.2.6.2 Flächenausweisung, Kohlenstoff- und Stickstoffvorräte mineralischer Böden 533
14.5.2.6.3 Flächenausweisung, Treibhausgasemissionen organischer Böden 534
14.5.2.6.4 Flächenausweisung und Kohlenstoffvorräte in der Biomasse 534
14.5.2.7 Geplante Verbesserungen 534
14.6 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE ABFALL UND ABWASSER (6) 536
14.6.1 Abfall (6.A) 536
14.6.1.1 Unsicherheiten für die Quellgruppe Abfalldeponierung 536
14.6.2 Abwasser (6.B) –Angaben zur Bestimmung der Emissionsfaktoren der Abwasser- und Schlammbehandlung (6.B.2) 538
14.6.3 Bestimmung der Lachgasemissionen in der Abwasserbehandlung (6.B.2) 538

15 ANHANG 4: CO_2 REFERENZVERFAHREN UND VERGLEICH MIT DEM SEKTORANSATZ UND RELEVANTE INFORMATIONEN ZUR NATIONALEN ENERGIEBILANZ 539

16 ANHANG 5: ÜBERPRÜFUNG DER VOLLSTÄNDIGKEIT UND DER POTENTIELL NICHT ERFASSTEN QUELLEN UND SENKEN VON TREIBHAUSGASEMISSIONEN 540

17 ANHANG 6: ZUSATZINFORMATIONEN ALS BESTANDTEIL DES NIR ODER ANDERE HILFREICHE REFERENZINFORMATIONEN 545
17.1 ZUSATZINFORMATIONEN ZUR INVENTARERSTELLUNG UND ZUM NATIONALEN SYSTEM 545
17.1.1 Festlegungen im Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung 545
17.1.2 Stand der Umsetzung zum Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung 548
17.2 ZUSATZINFORMATIONEN ZUM QUALITÄTSSYSTEM EMISSION 549
17.2.1 Mindestanforderungen an ein System zur Qualitätskontrolle und –sicherung 549
17.2.1.1 Einführung 549
17.2.1.2 System zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung 549
17.2.1.3 Zuständige Stelle für die Koordinierung der QK/QS Aktivitäten 550
17.2.1.4 QK/QS Plan 550
17.2.1.5 Allgemeine Qualitätskontrolle 551
17.2.1.6 Quellgruppenspezifische Qualitätskontrolle 552
17.2.1.7 Verfahren zur Qualitätssicherung 552
17.2.1.8 Verfahren zur Berichterstattung 553
17.2.1.9 Dokumentation und Archivierung 553
17.2.1.10 Anlage 1: Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei der Emissionsberichterstattung im Umweltbundesamt 555
17.2.1.10.1 Einführung 555
17.2.1.10.2 System zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung 555
17.2.1.10.2.1 Zuständige Stelle für die Koordinierung der QK/QS Aktivitäten im UBA 555
17.2.1.10.2.2 Verfahren zur Berichterstattung 555
17.2.1.10.3 QK-Plan, QS-Plan und Inventarplan 558
17.2.1.10.4 Verfahren zur allgemeinen und quellgruppenspezifischen Qualitätskontrolle 560
17.2.1.10.5 Verfahren zur Qualitätssicherung 560
17.2.1.10.6 Dokumentation und Archivierung 561
17.2.1.11 Anhang 2: Beispiel einer allgemeinen Checkliste für die Rolle Fachverantwortlicher 562
17.3 DAS DATENBANKSYSTEM ZENTRALES SYSTEM EMISSIONEN 565

18 ANHANG 7: TABELLE 6.1 DER IPCC GOOD PRACTICE GUIDANCE 567

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland seit 1990, nach Treibhausgasen' 46
Abbildung 2: Emissionsentwicklung in Deutschland seit 1990, nach Quellgruppen' 50
Abbildung 3: Relative Entwicklung der Treibhausgasemissionen seit 1990 nach Quellgruppen' 51
Abbildung 4: NaSE - Ziele und Instrumente 56
Abbildung 5: Verfahrensablauf für die jährliche Inventar-Verifikation mit ETS-Monitoring-Daten 58
Abbildung 6: Nationales System zu Landwirtschaft und LULUCF 60
Abbildung 7: QSE - Rollen Aufgaben und Arbeitsabläufe 64
Abbildung 8: NaSE & QSE - Steuerung und Dokumentation 65
Abbildung 9: Übersicht über den Prozess der Emissionsberichterstattung 69
Abbildung 10: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen im Energiebereich 76
Abbildung 11: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Industrieprozesse 80
Abbildung 12: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus der Lösemittel- und anderen Produktverwendung 82
Abbildung 13: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft 83
Abbildung 14: Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft 84
Abbildung 15: Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Abfall 86
Abbildung 16: Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Abwasser 87
Abbildung 17: Relative Entwicklung der Treibhausgase gegenüber 1990 104
Abbildung 18: Relative Entwicklung der F-Gase gegenüber 1995 107
Abbildung 19: Emissionsentwicklung der indirekten Treibhausgase und von SO_2 112
Abbildung 20: Merkmale der UBA-Struktur der Bilanz der Emissionsursachen zur Disaggregierung der Energiebilanz 116
Abbildung 21: CO_2-Emissionen in Deutschland – Vergleich nationaler und internationaler Berechnungsergebnisse 192
Abbildung 22: CO_2-Emissionen in Deutschland – Vergleich der relativen Abweichungen nationaler und internationaler Berechnungsergebnisse 192
Abbildung 23: Kohlenstoffbilanz der Roheisen- und Oxygenstahlerzeugung 265
Abbildung 24: Zuordnung der Gesamtemissionen der Eisen- und Stahlerzeugung auf prozess- und energiebedingte Emissionen 269
Abbildung 25: Stickstoff-Flüsse im Wirtschaftsdünger-Management einer Säugetier-Kategorie. 346
Abbildung 26: Die Veränderung der Entsorgungspfade des Hausmülls zwischen 1990 und 2007 mit Zwischenjahren 393
Abbildung 27: Trend in der Zusammensetzung des Hausmülls (ABL) zwischen 1980 und 2000 397
Abbildung 28: Trend in der Zusammensetzung des Sperrmülls (ABL) zwischen 1980 und 2000 397
Abbildung 29: Änderung der Gesamtemissionen über alle Kategorien im Vergleich zur Berichterstattung 2008 für die gesamte Zeitreihe 416
Abbildung 30: Rückrechnung der schadstoffbezogenen Gesamtemission über alle Quellgruppen im Vergleich zur Berichterstattung 2008 für die gesamte Zeitreihe 417

Abbildung 31: Rückrechnungen aller Treibhausgase 1990 420
Abbildung 32: Rückrechnungen aller Treibhausgase 2006 421
Abbildung 33: Zeilenstruktur der Energiebilanzen bis 1994 sowie ab 1995 451
Abbildung 34: Energieträger der Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 453
Abbildung 35: Basis- und Inventar-Emissionsfaktoren für CO_2 458
Abbildung 36: Methodik der Emissionsfaktorenberechnung 485
Abbildung 37: Gesamtvorräte verschiedener Szenarien 509
Abbildung 38: Wurzelbiomasse 514
Abbildung 39: Beziehung zwischen prozentualem jährlichen Kohlenstoffverlust des Ausgangsvorrates und der Versuchsdauer nach Landnutzungsänderung (Grünland, Dauerkultur, Brache, Wald zu Ackerland (annual crops)). 529
Abbildung 40: Beziehung zwischen prozentualer jährlicher Kohlenstoffanreicherung des Ausgangsgehaltes und Versuchsdauer nach Landnutzungsänderung (Ackerland (annual crops) zu Grünland, Dauerkultur, Brache, Wald). 529
Abbildung 41: Übersicht zum gesamten Prozess der Emissionsberichterstattung 556
Abbildung 42: Steuerung und Dokumentation im Rahmen des NaSE und des QSE 559

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe 47
Tabelle 2: Anteile an der Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe 48
Tabelle 3: QSE - Rollen und Verantwortlichkeiten 63
Tabelle 4: Global Warming Potential (GWP) der Treibhausgase 75
Tabelle 5: Anzahl der Quellgruppen und Hauptquellgruppen 89
Tabelle 6: Hauptquellgruppen für Deutschland gemäß Tier 1-Ansatz 90
Tabelle 7: Inventarplan 2009 93
Tabelle 8: Emissionen von direkten und indirekten Treibhausgasen und SO_2 in Deutschland seit 1990 100
Tabelle 9: Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO_2 in Deutschland seit 1990 100
Tabelle 10: Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO_2 in Deutschland, seit dem jeweils letzten Jahr 101
Tabelle 11: Veränderungen der Emissionen in Deutschland nach Quellgruppen, seit 1990 / seit dem jeweils letzten Jahr 110
Tabelle 12: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen - Öffentliche Versorgung 118
Tabelle 13: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen - Kohlenbergbau 119
Tabelle 14: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen - Sonstige Industriekraftwerke 120
Tabelle 15: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – Raffinerien, Sonstige Energieerzeuger, Eisenschaffende Industrie 121
Tabelle 16: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – weitere Tabellen 122
Tabelle 17: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – gelöschte Strukturelemente 123
Tabelle 18: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – bereits ins ZSE integrierte und in der BEU nicht mehr ausgeführte Strukturelemente 124
Tabelle 19: Technologische Emissionsfaktoren für Lachgas aus GFA 127
Tabelle 20: Technologische Emissionsfaktoren für Lachgas aus Anlagen < 50 MW FWL 128
Tabelle 21: Eingesetzte Sekundärbrennstoffe in der Zellstoff- und Papierindustrie: CO_2-Emissionsfaktoren und biogener Anteil 143
Tabelle 22: Eingesetzte Sekundärbrennstoffe in der Zementindustrie: Emissionsfaktoren und biogener Anteil 147
Tabelle 23: Eingesetzte Ersatzbrennstoffe in der Kalkindustrie: Emissionsfaktoren und biogener Anteil 152
Tabelle 24 Entwicklung des nationalen Anteils seit 1990 157
Tabelle 25 Verwendete Emissionsfaktoren 159
Tabelle 26: Referenzphasendauer für Triebwerke nach ICAO 161
Tabelle 27: NO_X -Emissionsfaktoren für 1992 und 2015 von NASA, ANCAT und DLR, ohne militärischen Flugverkehr (alle Flugphasen) 161
Tabelle 28: Emissionen des Straßenverkehrs 166
Tabelle 29: Unterscheidung von Minderungstechniken im Straßenverkehr 167
Tabelle 30: Quellennachweis für AR in 1.A.3.c 170
Tabelle 31: Gegenüberstellung der verwendeten EF und Default-EF Im Schienenverkehr 171
Tabelle 32: Quellennachweis für AR in 1.A.3.d 172

Tabelle 33: Sektorale Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen der Haushalte und Kleinverbraucher für das Bezugsjahr 2005 ... 181
Tabelle 34: Emissionsberechnung mit landesspezifischen Tier 2/3 Emissionsfaktoren und mit den Tier 1 Default-Emissionsfaktoren nach (IPCC 2006) ... 183
Tabelle 35: Sektorale Emissionsfaktoren für die Feuerungsanlagen der militärischen Dienststellen ... 185
Tabelle 36: Vergleich der CO_2-Inventare mit anderen unabhängigen nationalen und internationalen Ergebnissen der CO_2 Emissionen ... 191
Tabelle 37: Vergleich der Ergebnisse der CO_2-Berechnungen der einzelnen Bundesländer mit den Bundesinventaren ... 195
Tabelle 38: Zuordnung von Methanemissionen zu Bereichen des CRF ... 197
Tabelle 39: Berechnung von Methanemissionen aus dem Kohlenbergbau für 2007 ... 198
Tabelle 40: Emissionsfaktoren für CH_4 aus dem Kohlenbergbau für das Jahr 2007 ... 201
Tabelle 41: Emissionsfaktoren zur Erdölgewinnung ... 208
Tabelle 42: Emissionsfaktoren zur Erdgasgewinnung ... 218
Tabelle 43: Gasverteilungsnetz und verursachte Emissionen ... 222
Tabelle 44: Struktur des Gasverteilungsnetzes ... 222
Tabelle 45: Produktion und CO_2-Emissionen der deutschen Zementindustrie ... 230
Tabelle 46: Produktion und CO_2-Emissionen der deutschen Kalkindustrie ... 233
Tabelle 47: Kalksteinbilanz aus UBA 2006 ... 236
Tabelle 48: 2.A.3: Nebenbilanz Kalksteineinsatz in Rohstoffen bei der Ziegelherstellung ... 236
Tabelle 49: Herstellung und Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen mit Bitumen und dazugehörige AR und EF ... 240
Tabelle 50: Emissionsfaktoren bei der Herstellung Asphaltmischgut ... 242
Tabelle 51: Glas: Aktivitätsraten der einzelnen Branchensektoren (Glassorten) ... 244
Tabelle 52: Scherbenanteil der einzelnen Glassorten ... 244
Tabelle 53: CO_2-Emissionsfaktoren für verschiedene Glassorten (berechnet im Vergleich mit Angaben des CORINAIR-Handbuchs) ... 245
Tabelle 54: Aktivitätsraten und prozessbedingte CO_2-Emissionen der keramischen Industrie (CRF 2.A.7.b) ... 247
Tabelle 55: IPCC Default Emissionsfaktoren für CH_4 aus sonstigen Prozessen der Chemischen Industrie ... 259
Tabelle 56: nationale Emissionsfaktoren für CH_4 aus sonstigen Prozessen der Chemischen Industrie ... 260
Tabelle 57: In Deutschland verwendete Emissionsfaktoren für sonstige Schadstoffe ... 260
Tabelle 58: Meldenummern der Produktionsstatistik ... 261
Tabelle 59: CO_2-Emissionen der Rußproduktion ... 262
Tabelle 60: Zuordnung der fossilen CO_2-Emissionen in der Eisenschaffenden Industrie zu prozess- und energiebedingten Emissionen ... 264
Tabelle 61: Eingesetzte Sekundärbrennstoffe in Hochöfen, deren biogene Anteile und Emissionsfaktoren für CO_2 ... 266
Tabelle 62: Kalksteineinsatz und daraus resultierende CO_2-Emissionen bei der Sinter- und Roheisenerzeugung ... 267
Tabelle 63: Insgesamt unter 2.C.1 zu berichtende prozessbedingte Emissionen ... 268
Tabelle 64: AR und prozessbedingte EF der Primäraluminiumproduktion im Jahr 2007 ... 272
Tabelle 65: IPCC Default Emissionsfaktoren für SO_2, NO_x CO, NMVOC aus der Produktion von Zellstoff ... 277

Tabelle 66: Reale Emissionsfaktoren der deutschen Anlagen aus der Produktion von Zellstoff. (deutscher Beitrag zur Revision des BVT-Merkblattes für die Papier und Zellstoffindustrie 2007) 278
Tabelle 67: Zellstoff- und Papierherstellung, produzierte Mengen 278
Tabelle 68: NMVOC-Emissionen aus der Nahrungsmittelindustrie (2 D 2) 280
Tabelle 69: Überblick über Methoden und verwendete Emissionsfaktoren für das aktuelle Berichtsjahr in der Quellgruppe 2.F (Verbrauch von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF_6). 285
Tabelle 70: CH_4-Emissionen E_{CH4} aus der Tierhaltung (Fermentation bei der Verdauung)..... 331
Tabelle 71: Detaillierte Charakterisierung der Tierbestände nach IPCC und die in Deutschland vorgenommene Einteilung 333
Tabelle 72: Zahl der relevanten Tierplätze, bezogen auf 1990 = 100 % 335
Tabelle 73: CH_4-Emissionen E_{CH4} aus der Milchkuh-Haltung (Fermentation bei der Verdauung) 335
Tabelle 74: CH_4-Emissionsfaktoren IEF_{CH4} aus der Milchkuh-Haltung (Fermentation bei der Verdauung) 336
Tabelle 75: CH_4-Emissionsfaktoren IEF_{CH4} aus der Haltung von Rindern außer Milchkühen (Fermentation bei der Verdauung) (2007) 336
Tabelle 76: CH_4-Emissionen E_{CH4} aus der Haltung der Rinder ohne Milchkühe (Fermentation bei der Verdauung) 337
Tabelle 77: CH_4-Emissionsfaktoren IEF_{CH4} aus der Haltung der Rinder ohne Milchkühe (Fermentation bei der Verdauung) 337
Tabelle 78: CH_4-Emissionsfaktoren IEF_{CH4} aus der Haltung von Schweinen (Fermentation bei der Verdauung) (2007) 338
Tabelle 79: Emissionsfaktoren: Default-Werte (EF_d) nach IPCC und in diesem Bericht verwendete resultierende Emissionsfaktoren (IEF) 338
Tabelle 80: Methan-Emissionen aus der Verdauung bei Milchkühen verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (IEF) 340
Tabelle 81: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 verwendeten Tierplatzzahlen bei Büffeln.. 341
Tabelle 82: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 verwendeten mittleren CH_4-Emissionsfaktoren aus der Tierhaltung (Fermentation bei der Verdauung), hier Milchkühe. 341
Tabelle 83: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 verwendeten mittleren CH_4-Emissionsfaktoren aus der Tierhaltung (Fermentation bei der Verdauung), hier übrige Rinder. 341
Tabelle 84: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 verwendeten mittleren CH_4-Emissionsfaktoren aus der Tierhaltung (Fermentation bei der Verdauung), hier Schweine. 341
Tabelle 85: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 berechneten Summen der CH_4-Emissionen aus der Tierhaltung (Fermentation bei der Verdauung). Angaben für Deutschland..... 342
Tabelle 86: CH_4-Emissionen E_{CH4} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management). 343
Tabelle 87: NMVOC-Emissionen E_{NMVOC} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management), angegeben als NMVOC und NMVOC-C. 343
Tabelle 88: N_2O-, NO- und NH_3-Emissionen E_{N2O}, E_{NO} und E_{NH3} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management). 344

Tabelle 89: Maximale Methan-Bildungskapazität B_o und Methan-Umwandlungsfaktor (*MCF*) nach (IPCC(2006)-10.77, Table 10A-4; IPCC(2006)-10.44, Table 10.17)..... 345
Tabelle 90: Partielle Emissionsfaktoren für Stickstoffoxide und Distickstoff für Emissionen aus dem Lager von Wirtschaftsdüngern (bezogen auf ausgeschiedenes N) 347
Tabelle 91: Methan-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Milchkühen verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (*IEF*) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter 353
Tabelle 92: Methan-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei übrigen Rindern verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (*IEF*) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter 353
Tabelle 93: Methan-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Schweinen verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (*IEF*) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter 354
Tabelle 94: Methan-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Geflügel verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (*IEF*) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter 354
Tabelle 95: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 angegebenen CH_4-Emissionen E_{CH4} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management insgesamt). 355
Tabelle 96: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 angegebenen CH_4-Emissionsfaktoren IEF_{CH4} aus der Milchkuh-Haltung (Wirtschaftsdünger-Management). 355
Tabelle 97: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 angegebenen CH_4-Emissionsfaktoren IEF_{CH4} aus der Haltung der übrigen Rinder (Wirtschaftsdünger-Management)..... 355
Tabelle 98: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 angegebenen NMVOC-Emissionen E_{NMVOC} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management)..... 356
Tabelle 99: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 angegebenen N_2O-Emissionen E_{N2O} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management)..... 357
Tabelle 100: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 angegebenen NO-Emissionen E_{NO} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management)..... 357
Tabelle 101: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 angegebenen NH_3-Emissionen E_{NH3} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management)..... 357
Tabelle 102: N_2O-, NO- und NH_3-Emissionen E_{N2O}, E_{NO} und E_{NH3} aus landwirtschaftlich genutzten Böden. (ohne NH_3-Emissionen aus Weidegang) 359
Tabelle 103: NMVOC-Emissionen E_{NMVOC} aus landwirtschaftlichen Pflanzenbeständen..... 360
Tabelle 104: CH_4-Konsumption E_{CH4} landwirtschaftlicher Böden. 360
Tabelle 105: CO_2-Emission E_{CO2} aus der Anwendung von Harnstoff. 360
Tabelle 106: Empfohlene Düngermengen 363
Tabelle 107: Datengrundlage für die Berechnung von N_2O-, NO- und N_2-Emissionen aus Ernterückständen 365
Tabelle 108: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 angegebenen NH_3-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden (ohne NH_3-Emissionen aus Weidegang)..... 368
Tabelle 109: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 angegebenen direkten N_2O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden (einschließlich Weidegang)..... 369
Tabelle 110: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 angegebenen indirekten N_2O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden. 369
Tabelle 111: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 angegebenen NO-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden. 369

Tabelle 112: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 angegebenen NH_3-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden (einschließlich Weidegang). 369
Tabelle 113: Gesamtvorräte C, verbleibender Wald, mit Schätzung der relativen Standardabweichung 375
Tabelle 114: Neuwaldflächen alte Bundesländer 378
Tabelle 115: Vorrat Neuwaldfläche Ende 2002 379
Tabelle 116: Objektartenschlüssel, Objektart und gewichteter Biomasse – Flächenanteil zur Ausweisung von Subkategorien in der Landnutzungskategorie Settlements 389
Tabelle 117: Verwendete DOC-Werte 398
Tabelle 118: Halbwertszeiten der Abfallfraktionen 399
Tabelle 119: Organische Fracht des Abwassers in abflusslosen Gruben 402
Tabelle 120: Methanemissionen aus abflusslosen Gruben 403
Tabelle 121: Methanemissionen der offenen Schlammfaulung in den neuen Bundesländern 405
Tabelle 122: Tägliche Eiweißzufuhr pro Person in Deutschland 406
Tabelle 123: Bevölkerung in Deutschland 406
Tabelle 124: Lachgasemissionen in Deutschland nach IPCC-Methode 407
Tabelle 125: Rückrechnungen des Inventars gegenüber der vorjährigen Berichterstattung 416
Tabelle 126: Rückrechnungen des Inventars in Zeitreihen gegenüber der vorjährigen Berichterstattung 418
Tabelle 127: Rückrechnungen nachrichtlicher Inventardaten gegenüber der vorjährigen Berichterstattung 418
Tabelle 128: Rückrechnung der quellgrupppenspezifischen Gesamtemission über alle Schadstoffe 1990 419
Tabelle 129: Rückrechnung der quellgrupppenspezifischen Gesamtemission über alle Schadstoffe 2006 421
Tabelle 130: 1.1 Zusammenstellung der im NIR 2009 dokumentierten Verbesserungen 422
Tabelle 131: Hauptquellgruppen für Deutschland (2007) gemäß Tier 1 Level Approach (ohne Senken) 441
Tabelle 132: Hauptquellgruppen für Deutschland (Basisjahr & 2007) gemäß Tier 1 Trend Approach (ohne Senken) 444
Tabelle 133: Datenquellen für die Energiebilanzen 449
Tabelle 134: Aggregation und Zuordnung der Basis-Emissionsfaktoren für CO_2 ab 1990, Energie 461
Tabelle 135: Aggregation und Zuordnung der Basis-Emissionsfaktoren für CO_2 ab 1990, Industrieprozesse 464
Tabelle 136: Brennstoffeinsatz zur Stromerzeugung in öffentlichen Wärme- und Gruben- sowie Industriekraftwerken (Neue Bundesländer 1990) 468
Tabelle 137: Brennstoffeinsatz zur Industriewärmeerzeugung in öffentlichen Wärme- und Gruben- sowie Industriekraftwerken (Neue Bundesländer 1990) 469
Tabelle 138: Brennstoffeinsatz zur Fernwärmezeugung in öffentlichen Wärme- und Gruben- sowie Industriekraftwerken (Neue Bundesländer 1990) 470
Tabelle 139: Gesamter Brennstoffeinsatz in öffentlichen Wärme- und Gruben- sowie Industriekraftwerken (Neue Bundesländer 1990) 471
Tabelle 140: Brennstoffeinsatz in Heizkraftwerken und Fernheizwerken (EBZ 18) (Neue Bundesländer 1990) 472
Tabelle 141: Brennstoffeinsatz im Umwandlungsbereich (Hilfsenergie / EBZ 45) (Neue Bundesländer 1990) 473

Tabelle 142: Endenergieverbrauch übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe: Prozessfeuerung (EBZ 73) (Neue Bundesländer 1990) ... 474
Tabelle 143: Endenergieverbrauch übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe: Industriewärme aus Kraftwerken und Heizkesseln (EBZ 73) (Neue Bundesländer 1990) ... 475
Tabelle 144: Braunkohleförderung nach Förderrevieren ... 478
Tabelle 145: Brennstoffbedarf für die Trocknung der Brikett- und Staubproduktion nach Revieren ... 479
Tabelle 146: Walzstahl ... 480
Tabelle 147: Roheisen ... 480
Tabelle 148: Siemens-Martin-Stahl ... 481
Tabelle 149: Zementklinker ... 481
Tabelle 150: Gebrannter Kalk ... 482
Tabelle 151: Zucker , Glas und Grobkeramik ... 482
Tabelle 152: Eisen-, Stahl- und Temperguss ... 482
Tabelle 153: Nichteisen-Schwermetalle ... 482
Tabelle 154: Anlagentypen nach Anhang der 4.BImSchV ... 486
Tabelle 155: Klassifikation der Quellen nach Feuerungstyp ... 487
Tabelle 156: Methan-Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen < 50 MW FWL und für Gasturbinen nach RENTZ et al, 2002 ... 490
Tabelle 157: CO_2-Emissionen aus der Rauchgasentschwefelung in Öffentlichen Kraftwerken ... 491
Tabelle 158: Energiebilanzen 1990-2005 ... 492
Tabelle 159: Heizwerte für Otto- und Dieselkraftstoff ... 493
Tabelle 160: Korrekturfaktoren zur Anpassung an die Energiebilanz ... 493
Tabelle 161: Emissionsfaktoren für PKW mit Flüssiggasantrieb ... 495
Tabelle 162: Waldbrandflächen ... 504
Tabelle 163: Gesamtvorräte C, verbleibender Wald ... 508
Tabelle 164: Raumdichten ... 510
Tabelle 165: Raumdichte Äste ... 511
Tabelle 166: Oberirdische Expansionsfunktionen ... 512
Tabelle 167: Wurzelmasse ... 513
Tabelle 168: Wurzelmasse ... 513
Tabelle 169: Relative Standardabweichung Derbholzvorrat ... 515
Tabelle 170: Relativer Standardfehler Raumdichte ... 516
Tabelle 171: Relativer Standardfehler VEF Modell ... 516
Tabelle 172: Fehler VEF Modell Baumartengruppen ... 517
Tabelle 173: Relative Standardabweichung Wurzel ... 517
Tabelle 174: Fehlerschätzung neue Bundesländer, 1993 ... 518
Tabelle 175: Fehlerübersicht ... 519
Tabelle 176: Neuwaldflächen alter Bundesländer ... 521
Tabelle 177: Vorrat Neuwaldfläche Ende 2002 ... 521
Tabelle 178: Verluste aus Totholz, Humusauflage und Boden bei Entwaldung ... 523
Tabelle 179: Zuordnung von Hauptobjektartenschlüsselnummern und Attributen des ATKIS® sowie Schlüsselnummern der CORINE Landcover – Nomenklatur der Bodenbedeckungen zu den IPCC-Landnutzungskategorien ... 526
Tabelle 180: Prozentuale Kohlenstoffvorratsänderung im ersten Jahr nach Landnutzungsänderung ... 530

Tabelle 181: Faktoren bzw. dimensionierte Größenangaben zur Ermittlung der Gesamtbiomasse von Pflanzen aus den Ernteerträgen. 531
Tabelle 182: Vollständigkeit - Übersicht der Quellen und Senken, deren Emissionen nicht geschätzt (not estimated, NE) werden 541
Tabelle 183: Vollständigkeit – Übersicht der Quellen und Senken, die an anderer Stelle berichtet werden (included elswhere, IE) 543
Tabelle 184: Stand der Umsetzung des Staatssekretärsbeschlusses zum Nationalen System 548
Tabelle 185: Dokumentationsinstrumente im Umweltbundesamt 561
Tabelle 186: Allgemeine Checkliste für Fachverantwortliche 562
Tabelle 187: Tabelle 6.1 der IPCC Good Practice Guidance - Details 569

Abkürzungsverzeichnis

AbfAblV	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
AWMS	Animal Waste Management System
B_0	Maximale CH_4-Produktionskapazität
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
BGW	Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft
BHD	Brusthöhendurchmesser (Stammdurchmesser eines Baumes in 1,30 m Höhe über dem Boden)
BHKW	Blockheizkraftwerk
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
BWI	Bundeswaldinventur
BZE	Bodenzustandserhebung
C_2F_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
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	N 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)
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	extra leicht (Heizöl)
EM	Emission
EMEP	Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of Air Pollutants in Europe
EMEV	Emissionsrelevanter Energieverbrauch
ESIA	European Semiconductor Industry Association
ETS	Emisionshandelssystem 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
GMKW	Gasmotorkraftwerke
GPG	Good Practice Guidance
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
ICAO	International Civil Aviation Organisation
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)
K	Brennstoffeinsatz zur Krafterzeugung (Direktantrieb)
k.A.	keine Angabe
KP	Kyoto-Protokoll
KS	Klärschlamm

l	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_2O	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	nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe entsprechend Richtlinie 2001/81/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2001
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 Inventar Bericht (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), auck 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	schwer (zur Beschreibung von Heizöl)
S&A report	Synthesis and Assessment Report
SA	schwer, schwefelarm (Heizöl)
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.
VfmD	Vorratsfestmeter Derbholz
VGB	Technische Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber e.V.
VIK	Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V.
VOC	Volatile Organic Compounds
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)
XPS	Extrudiertes Polystyrol
ZSE	Zentrales System Emissionen

Einheiten und Größen

Multiplikationsfaktoren, Abkürzungen, Vorsilben und Symbole

		Vorsatz	
Multiplikationsfaktor	**Abkürzung**	**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)		**Schadstoff (HQG)**	**1990- Anteil an der Gesamtemission**	**2007- Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Solid Fuels	l / t	CO_2	22,70 %	25,55 %	steigend
Gaseous Fuels	l / t	CO_2	1,38 %	2,34 %	steigend
Liquid Fuels	l / t	CO_2	0,64 %	0,41 %	fallend
Solid Fuels	l / -	N_2O	0,25 %	0,15 %	fallend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**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				

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 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

EF Unsicherheiten in % und Unsicherheitenverteilung

vgl. hiezu 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

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 280/2004[1] sind diese Anforderungen bereits 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. Auf freiwilliger Basis beginnt Deutschland bereits mit dem hier vorliegenden Inventar mit der Erfüllung dieser Berichtspflicht.

Deutschland legt zusammen mit den Inventaren für die Jahre 1990 bis 2007 seinen siebenten Nationalen Inventarbericht (NIR 2009) 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.

Kapitel 1 beschreibt das Nationale System gemäß Artikel 5.1 des Kyoto-Protokolls, das die Erfüllung aller Berichtspflichten zu atmosphärischen Emissionen und zu Einbindungen in Senken unterstützen und sicherstellen soll. Weiterhin werden in diesem Kapitel die grundlegenden Prinzipien und Methoden, mit denen die Emissionen und Senken der IPCC-Kategorien berechnet werden, sowie das Qualitäts-System Emissionsinventare (QSE) beschrieben.

Kapitel 2 gibt einen generellen Überblick über die Entwicklung der Emissionen von Treibhausgasen sowie deren Einbindung in Senken.

[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)

In den **KapiteIn 3 bis 9** werden detaillierte Angaben zu den Hauptquell- und -senkengruppen gemacht, um die Berechnung der deutschen Treibhausgasemissionen und -senken nachvollziehbarer zu machen.

In Reflexion auf die Ergebnisse der in 2008 durchgeführtendetaillierten Überprüfung vor Beginn der Verpflichtungsperiode wurden Inventare, Nationales System und das Qualitäts-System Emissionsinventare weiter verbessert. Im Resultat dieser Überarbeitungen ergeben sich gegenüber den Vorjahren abweichende Angaben zur erreichten Emissionsminderung.

Gegenüber dem Nationalen Inventarbericht 2008 hat sich die diesjährige Berichterstattung auf Grund von methodischen Verbesserungen in den Bereichen Verkehr, Lösemittel und Landwirtschaft, einer erneuten Berichterstattung des Bereichs LULUCF sowie der durchgängigen Anwendung des Systems der Qualitätssicherung auf den gesamten Prozess der Emissionsberichterstattung, insbesondere durch die Ableitung und Umsetzung des Inventarplans und Festlegung von Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei der Treibhausgasberichterstattung deutlich verbessert. Weiterhin konnten weitere Fortschritte bei der Institutionalisierung des Nationalen Systems Emissionsberichterstattung erzielt werden.

Genauere Angaben zu Rückrechnungen und Informationen zu den durchgeführten Verbesserungen aufgrund der Hinweise aus der Initialen Überprüfung unter dem Kyoto-Protokoll und zum Treibhausgasinventar 2006 sind in **Kapitel 10** zu finden.

Detailliertere Angaben zu einzelnen Fragestellungen sind der angegebenen weiterführenden Literatur in **Kapitel 11** zu entnehmen.

Das Treibhausgasinventar wird durch das Umweltbundesamt berechnet und zusammengestellt. Daten zu Emissionen und Senken aus der Landwirtschaft, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft wurden vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) und dem Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) bereitgestellt.

0.1 Hintergrundinformationen zu Treibhausgas-Inventaren und Klimawandel

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 (CO_2) um ca. 35 %, die von Methan (CH_4) um 145 % und die von Distickstoffoxid (N_2O) 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 (SF_6) in die Atmosphäre, die in der Natur praktisch nicht vorkommen, sondern fast ausschließlich durch den Menschen erzeugt werden. der vierte Sachstandsbericht der Zwischenstaatlichen Sachverständigengruppe für Klimaänderungen (IPCC)[2] verdeutlicht, dass der Einfluss des Menschen auf das Klima wissenschaftlicher Fakt ist.

Mit dem Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls im Februar 2005 ist die internationale Staatengemeinschaft verpflichtet, verbindliche Handlungsziele und Umsetzungsinstrumente

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

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. 1995[3]) um 8 % zu mindern. Diese Verpflichtung wurde innerhalb der EU im Rahmen einer Lastenteilung[4] 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.

0.2 Emissionen von Treibhausgasen sowie deren Einbindung in Senken (bezogen auf GWP) im Zeitverlauf: 1990-2007

Bis zum Jahr 2007 konnte die Verpflichtung Deutschlands im Rahmen der o.g. europäischen Lastenteilung mit einer Minderung von 22,4 % gegenüber den Basisjahremissionen der Berichterstattung 2006[5] in Höhe von 1.232.429,543 Gg CO_2-äquivalent bereits erfüllt werden. Aufgrund einiger Faktoren (Mehrwertsteuererhöhung zum Jahreswechsel 2006/2007, milde Witterung im Winter 2006/2007, Ausbau der Erneuerbaren Energien und methodische Umstellungen) sind die Emissionen des Jahres 2007 deutlich niedriger als die der Vorjahre (vgl. Kapitel 2.1).

3 Für HFC, PFC und SF_6

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]

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 %.

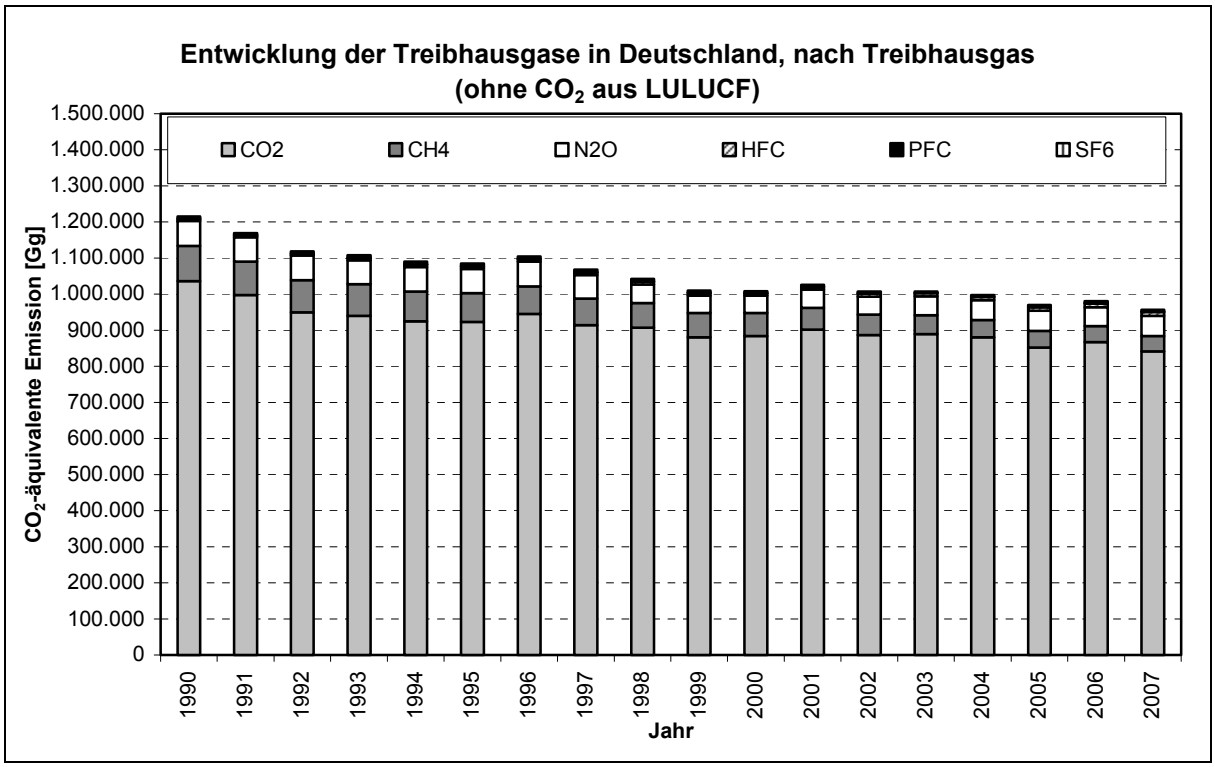


Abbildung 1: Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland seit 1990, nach Treibhausgasen [6,]

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

Im Jahr 2007 war die Freisetzung von Kohlendioxid mit einem Anteil von 87,9 % Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen. Diese stammen größtenteils aus der stationären und mobilen Verbrennung Durch den überdurchschnittlichen Rückgang der Emissionen der anderen Treibhausgase ist der Anteil der CO_2-Emissionen an den Gesamtemissionen seit dem Basisjahr um knapp 3 Prozentpunkte gestiegen. Die durch Tierhaltung, Brennstoffverteilung und Deponieemissionen verursachten Methanemissionen (CH_4) haben einen Anteil von 4,4 %. Lachgasemissionen (N_2O) werden hauptsächlich durch die Landwirtschaft, Industrieprozesse und den Verkehr verursacht und tragen zu 5,8 % zu den Treibhausgasfreisetzungen bei. Die fluorierten Kohlenwasserstoffe (die so genannten F-Gase) tragen mit etwa 1,8 % zu den Gesamtemissionen bei. Die Verteilung der deutschen Treibhausgasemissionen ist typisch für ein hoch entwickeltes und industrialisiertes Land.

[6] CO_2-Emissionen und Festlegungen in Böden werden unter Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft berichtet.

Tabelle 1: 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
Netto-CO_2-Emissionen/ -Einbindungen	**1.007.274**	**968.831**	**919.578**	**909.356**	**893.862**	**891.748**	**913.798**	**882.513**	**875.313**	**848.085**	**851.528**	**879.883**	**864.099**	**869.250**	**855.900**	**829.106**	**850.787**	**824.362**
CO_2-Emissionen (ohne LULUCF)	**1.035.580**	**997.578**	**949.612**	**939.575**	**924.611**	**922.660**	**944.887**	**914.328**	**907.118**	**880.349**	**883.683**	**901.309**	**886.404**	**889.010**	**879.935**	**851.708**	**867.021**	**841.152**
CH_4	97.805	92.470	88.631	88.220	83.153	79.983	77.083	73.306	68.222	67.580	63.834	60.581	57.025	53.000	48.777	46.223	44.103	42.552
N_2O	70.019	67.344	68.561	65.880	67.510	66.877	68.264	65.339	52.047	48.259	48.368	50.422	49.906	51.989	54.658	56.132	52.948	55.878
HFCs	4.369	4.013	4.190	6.160	6.329	6.463	5.843	6.380	6.950	7.192	6.471	7.880	8.784	8.615	9.224	9.978	10.516	11.098
PFCs	2.708	2.333	2.102	1.961	1.650	1.750	1.714	1.368	1.471	1.240	781	717	787	849	820	707	569	528
SF_6	4.785	5.118	5.634	6.405	6.993	7.220	6.932	6.905	6.705	5.314	5.082	4.950	4.241	4.384	4.559	4.898	5.510	5.567

Gesamt-Emissionen / -Einbindungen inkl. LULUCF	**1.186.959**	**1.140.109**	**1.088.695**	**1.077.982**	**1.059.497**	**1.054.041**	**1.073.635**	**1.035.812**	**1.010.708**	**977.670**	**976.065**	**1.004.433**	**984.843**	**988.088**	**973.938**	**947.043**	**964.433**	**939.985**
Gesamt-Emissionen ohne CO_2 aus LULUCF	**1.215.265**	**1.168.856**	**1.118.728**	**1.108.201**	**1.090.246**	**1.084.954**	**1.104.723**	**1.067.627**	**1.042.513**	**1.009.934**	**1.008.220**	**1.025.859**	**1.007.147**	**1.007.847**	**997.973**	**969.645**	**980.667**	**956.775**

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
1. Energie	987.938	952.716	904.556	897.349	874.891	870.438	896.434	860.127	851.295	828.799	826.123	846.646	831.260	831.259	818.368	791.801	803.289	773.675
2. Industrieprozesse	119.820	114.431	114.530	112.667	121.250	121.241	117.146	119.812	105.931	97.511	100.783	99.558	99.927	103.170	107.560	107.776	108.967	116.123
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	5.396	5.407	5.192	5.109	4.421	4.458	4.375	4.369	4.362	4.042	3.723	3.441	3.371	3.282	3.391	3.402	3.345	3.316
4. Landwirtschaft	61.631	55.857	54.612	54.424	53.141	54.433	54.879	54.154	54.437	55.385	55.469	55.419	53.611	53.009	53.171	52.801	52.097	51.479
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft	-28.250	-28.691	-29.977	-30.163	-30.693	-30.856	-31.032	-31.759	-31.749	-32.207	-32.099	-20.674	-21.553	-19.007	-23.284	-21.849	-15.572	-16.128
CO_2	-28.306	-28.747	-30.033	-30.219	-30.750	-30.912	-31.089	-31.815	-31.805	-32.264	-32.155	-21.426	-22.305	-19.759	-24.036	-22.602	-16.234	-16.790
N_2O	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	752	752	752	752	752	662	662
6. Abfall	40.424	40.388	39.782	38.595	36.488	34.327	31.833	29.109	26.431	24.139	22.067	20.043	18.227	16.376	14.731	13.113	12.306	11.519

Tabelle 2: 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
CO_2 -Emissionen (ohne LULUCF)	85,2	85,3	84,9	84,8	84,8	85,0	85,5	85,6	87,0	87,2	87,6	87,9	88,0	88,2	88,2	87,8	88,4	87,9
CH_4	8,0	7,9	7,9	8,0	7,6	7,4	7,0	6,9	6,5	6,7	6,3	5,9	5,7	5,3	4,9	4,8	4,5	4,4
N_2O	5,8	5,8	6,1	5,9	6,2	6,2	6,2	6,1	5,0	4,8	4,8	4,9	5,0	5,2	5,5	5,8	5,4	5,8
HFCs	0,4	0,3	0,4	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2
PFCs	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	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
SF_6	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6
Summe	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

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
1. Energie	81,3	81,5	80,9	81,0	80,2	80,2	81,1	80,6	81,7	82,1	81,9	82,5	82,5	82,5	82,0	81,7	81,9	80,9
2. Industrieprozesse	9,9	9,8	10,2	10,2	11,1	11,2	10,6	11,2	10,2	9,7	10,0	9,7	9,9	10,2	10,8	11,1	11,1	12,1
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3
4. Landwirtschaft	5,1	4,8	4,9	4,9	4,9	5,0	5,0	5,1	5,2	5,5	5,5	5,4	5,3	5,3	5,3	5,4	5,3	5,4
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft (N_2O)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
6. Abfall	3,3	3,5	3,6	3,5	3,3	3,2	2,9	2,7	2,5	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2
7. Andere	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
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

0.3 Überblick zu den Emissionsschätzungen und Trends der Quell- und Senkengruppen

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 CO_2-Emissionen.

Insgesamt gingen die Emissionen der Treibhausgase gegenüber dem Basisjahr deutlich zurück (Rückgang der CO_2-Äquivalentemission um 22,4 %). Betrachtungen der einzelnen Komponenten belegen diesen Trend in unterschiedlicher Ausprägung. So betragen die Emissionsveränderungen gegenüber dem Basisjahr 1990 bei den mengenmäßigen Haupttreibhausgasen Kohlendioxid (CO_2) - 18,8 %, bei Methan (CH_4) - 56,5 % und bei Lachgas (N_2O) - 20,2 %. Bei den so genannten F-Gasen, die insgesamt etwa 1,8 % 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 SF_6 um 22,9 % und bei FKW um 69,8 %, wohingegen sie bei den H-FKW um 71,7 % anstiegen.

Gegenüber dem Vorjahr 2006 verringerten sich die Emissionen deutlich (Rückgang um 2,44 %). Dabei standen einem durch gesunkenen Energieverbrauch verursachte Verringerung der CO_2-Emissionen um fast 3 % (vgl. Kapitel 2.1) sowie Minderungen der Methanemissionen von 3,5 % höheren Emissionen von Lachgas mit + 5,5 % und den F-Gasen mit + 3,6 % gegenüber. Bei Methan sind die deutlich gestiegene Verwertung von Grubengas sowie die weiter sinkenden Emissionen aus dem Abfallbereich Hauptursache der Entwicklung.

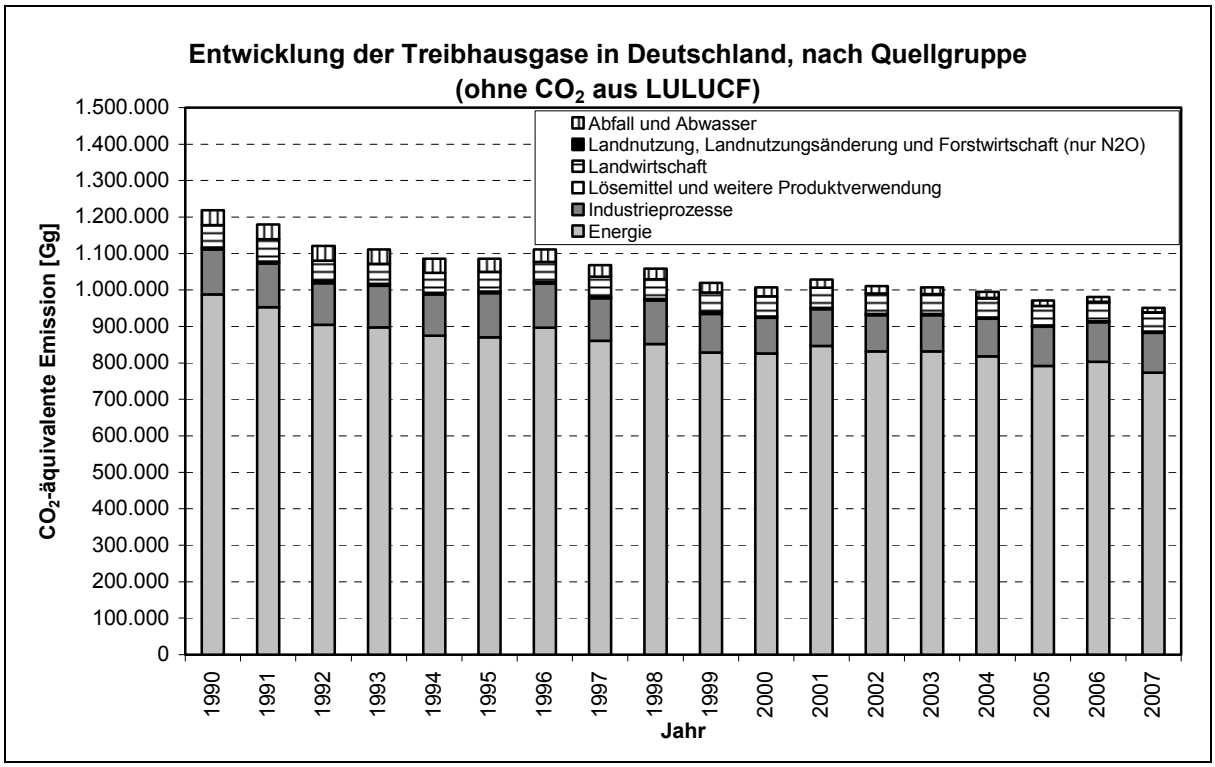


Abbildung 2: Emissionsentwicklung in Deutschland seit 1990, nach Quellgruppen[7,]

In Abbildung 3 wird die relative Entwicklung der Emissionen aus den Verursachergruppen seit 1990 dargestellt. Die deutlichste Minderung trat hier im Bereich der Abfallemissionen auf. Hier haben die Einführung eines verstärkten Recyclings von wiederverwertbaren Stoffen (Verpackungsverordnung) und die Verwertung als Kompost (Bioabfallverordnung) zu einer Minderung der deponierten Abfallmenge und damit zu einer Minderung der Deponieemissionen geführt. Im Bereich der Emissionen aus den Industrieprozessen hatten die emissionsmindernden Maßnahmen im Bereich der Adipinsäureproduktion 1997 einen stark mindernden Effekt. Die Emissionen der Lösemittel- und Produktverwendung sanken geringfügig durch die zurückgehende Anwendung von N_2O 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.

[7] CO_2-Emissionen und Festlegungen in Böden werden unter Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft berichtet.

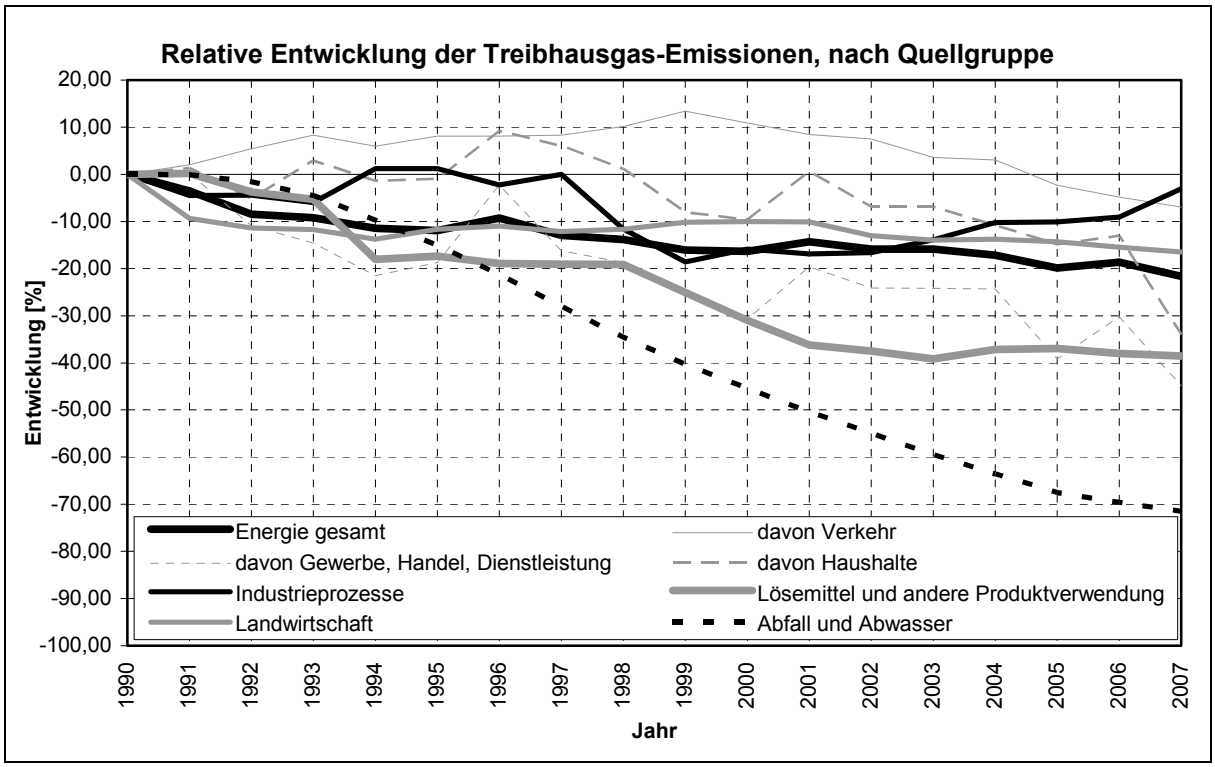


Abbildung 3: Relative Entwicklung der Treibhausgasemissionen seit 1990 nach Quellgruppen[8,9]

[8] CO_2-Emissionen und Festlegungen in Böden werden unter Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft berichtet.

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

1 EINLEITUNG

1.1 Hintergrundinformationen zu Klimawandel und Treibhausgas-Inventaren

1.1.1 Der Treibhauseffekt

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

Treibhausgase, zu denen neben Kohlendioxid, Lachgas, Methan, Ozon 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.

1.1.2 Klimawandel

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 Konzentration von Kohlendioxid (CO_2) um ca. 35 %, die von Methan (CH_4) hat sich mehr als verdoppelt und die von Distickstoffoxid (N_2O) stieg um etwa 18 %. Zum Teil gelangen völlig neue Stoffe wie Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), Halone, vollfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW), teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW) und Schwefelhexafluorid (SF_6) in die Atmosphäre, die in der Natur praktisch nicht vorkommen, sondern fast ausschließlich durch den Menschen erzeugt werden. Die Treibhausgase sind so genannte Spurengase, aber ihre Wirkung ist erheblich. Durch ihre Konzentrationszunahme

kommt es zum anthropogenen (durch den Menschen verursachten) Treibhauseffekt der eine Verstärkung des (natürlichen) Treibhauseffektes darstellt.

Aus dem Vierten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen des IPCC (2007) geht klar hervor: Beobachtungen und Messungen zeigen eine eindeutige Erwärmung des Klimasystems, für die der Mensch die Hauptverantwortung trägt. Diese Entwicklung hat sich in den letzten Jahren sogar weiter verstärkt. Der globale Erwärmungsprozess zeigt sich deutlich beim Anstieg der globalen Luft- und Meerestemperaturen, dem ausgedehnten Abschmelzen von Schnee und Eis und dem Anstieg des mittleren globalen Meeresspiegels. 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 nicht überschritten werden. Dazu muss in den nächsten 10 Jahren eine Trendwende bei den Treibhausgasemissionen herbeigeführt werden. Bis 2050 ist ein Rückgang der globalen Emissionen um 50 - 85 % gegenüber dem Jahr 2000 dringend erforderlich. Die Erkenntnisse des IPCC müssen in den politischen Prozess einfließen und die abgeleiteten Empfehlungen schnell umgesetzt werden.

1.1.3 Reduktionsverpflichtungen und Berichterstattung zu Treibhausgasen

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

1992 wurde in Rio de Janeiro das Rahmenabkommen über Klimaänderungen (Klimarahmenkonvention) von fast allen Staaten der Welt verabschiedet. Seit 1994 müssen die in Annex I der Klimarahmenkonvention benannten Staaten jährlich zum 15. April ein Inventar der Treibhausgase an das Sekretariat der Klimarahmenkonvention übermitteln. Es sind Angaben zu den Emissionen und Senken des Basisjahres (1990 für CO_2, N_2O, CH_4; 1995 für HFKW, FKW, SF_6) 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 (CO_2), Methan (CH_4), Distickstoffoxid (N_2O), wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW), Perfluorkohlenwasserstoffe (PFKW) und Schwefelhexafluorid (SF_6) 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 Lastenteilung[10] 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.

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

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.

1.2 Institutionelle Festlegungen und Rahmenbedingungen für die Inventarerstellung

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

Es dient dazu, die Inventarerstellung in Übereinstimmung mit den Prinzipien der Transparenz, Konsistenz, Vergleichbarkeit, Vollständigkeit und Genauigkeit sicherstellen. Dies wird durch die weitgehende 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 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 Ressorts definiert und beschlossen, dass das UBA die Aufgaben als Nationale Koordinierungsstelle für Deutschland wahrnimmt (siehe auch Kapitel 1.2.4.5 und 1.2.4.7).

Das Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung vom 05.06.2007 ist zu finden in Anhangkapitel 17.1.1.

1.2.1 Der Nationale Koordinierungsausschuss

Der Staatssekretärsbeschluss vom 05.06.2007 legt in § 2 die Einrichtung eines Koordinierungsauschusses 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 Freigaben 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 und tagte bisher zweimal auf Einladung des BMU (2. Sitzung am 01.07.2008). In der konstitutionierenden

Sitzung am 21.12.2007 wurde vereinbart, dass der Ausschuss mindestens zweimal jährlich zusammentreten soll. Damit wurde eine identifizierte Fehlstelle mit entsprechendem Hinweis aus dem Initial Review 2007: Institutional, legal and procedural arrangements (Document FCCC/IRR/2007/DEU vom 12.12.2007, Para 11) beseitigt und zur weiteren Institutionalisierung des Nationalen Systems zur Emissionsberichterstattung beigetragen.

1.2.2 Koordinierungsstelle des Nationalen Systems

Das Umweltbundesamt (UBA) wurde durch das Grundsatzpapier der Staatssekretäre vom 05.06.2007 zum Nationalen System zur Emissionsberichterstattung mit der Wahrnehmung der Aufgaben der nationalen Koordinierungsstelle zur Emissionsberichterstattung (Single National Entity) betraut. Die Wahrnehmung der Aufgaben der Koordinierungsstelle im Fachgebiet I 2.6 wurde durch Hausanordnung 11/2005 des UBA 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 2008 hat die Koordinierungsstelle prioritär neue Datenquellen erschlossen und vorhandene Datenquellen verbessert und langfristig gesichert. Weitere wesentliche Arbeiten bezogen sich auf die Einführung des Qualitätssystems Emissionsinventare (siehe Kapitel 1.2.6) und das Voranbringen der Institutionalisierung des *Nationalen Systems* (siehe Kapitel 1.2.4). In das *Nationale System* einzubindende institutionelle Einrichtungen wurden identifiziert und werden nun sukzessive eingebunden (siehe Kapitel 1.2.4.5).

1.2.3 Instrumente der Nationalen Koordinierungsstelle

Zur Unterstützung bei der Wahrnehmung der Aufgaben der Nationalen Koordinierungsstelle hat das Umweltbundesamt verschiedene 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 im Umweltbundesamt die erforderlichen Rahmenbedingungen für die Einhaltung einer guten Inventarpraxis und die Durchführung einer routinemäßigen Qualitätssicherung. Es wurde über die Hausanordnung 11/2005 im Jahr 2005 installiert und umfasst innerhalb des UBA 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). 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. Die Einbeziehung weiterer

Behörden, Institutionen und Inventarexperten in das Qualitätsmanagement wird über die Vorgabe von Mindestanforderungen an die Datendokumentation, QK/QS und Archivierung sichergestellt. Ein entsprechender Entwurf der Nationalen Koordinierungsstelle für die Mindestanforderungen wurde vom Koordinierungsausschuss akzeptiert und wird derzeit sukzessive umgesetzt. Dieses 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 1.2.6 ausführlich beschrieben.

Als wesentliches Instrument zur Erfolgskontrolle im Rahmen des QSE dient eine recherchefähige Access-Datenbank - das *Planungs- und Steuerungsinstrument* (PlaSte). Hierin werden alle tabellarischen Dokumente der nationalen QK/QS vorgehalten (QK/QS-Plan, Checklisten, Listen über Verantwortlichkeiten etc). Darüber hinaus enthält PlaSte den gesamten tabellarischen Schriftverkehr zu den Inventarüberprüfungen inklusive der deutschen Antworten seit dem Berichtsjahr 2004.

Das Zusammenwirken dieser Instrumente bei der Umsetzung der Qualitätsmaßnahmen im Rahmen der Inventarerstellung ist in Abbildung 4 dargestellt.

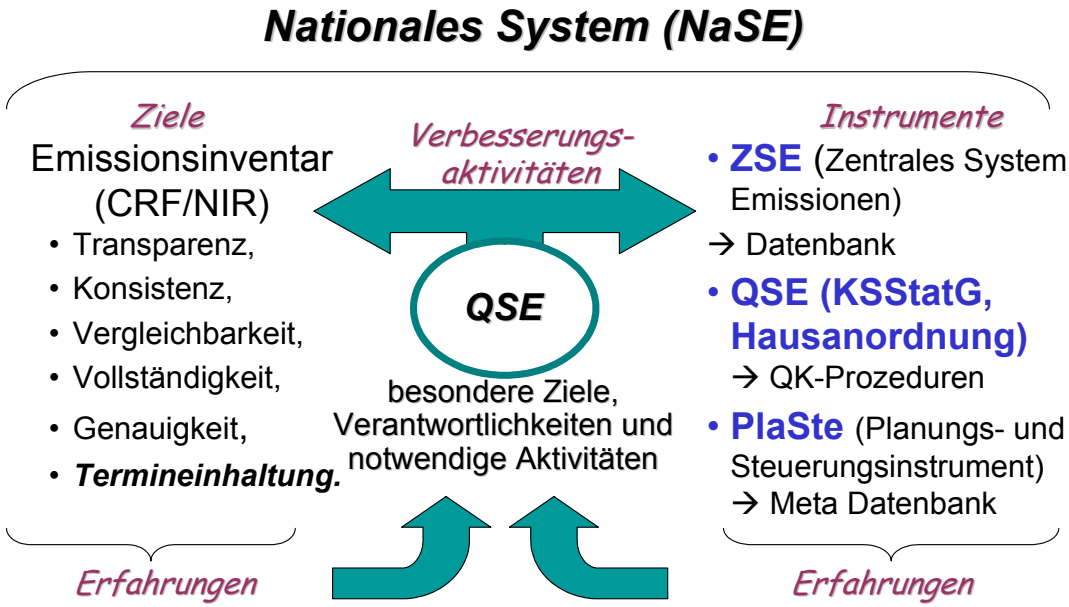


Abbildung 4: NaSE - Ziele und Instrumente

1.2.4 Institutionelle und rechtliche Festlegungen des Nationalen Systems

Seit dem Jahr 2005 konnte die Institutionalisierung des Nationalen Systems entscheidend vorangebracht werden. Dies geschah durch die Einrichtung des nationalen Koordinierungsausschusses (siehe Kapitel 1.2.1), in Form einer Hausanordnung für das Umweltbundesamt (siehe Kapitel 1.2.4.2) und durch die Erarbeitung eines Verfahren zur Nutzung der Monitoring-Daten des Europäischen Emissionshandels (siehe Kapitel 1.2.4.3) sowie durch Entwürfe für Vereinbarungen zwischen der *Nationalen Koordinierungsstelle*, anderen Bundesinstitutionen und Nichtregierungsorganisationen (siehe Kapitel 1.2.4.5).

1.2.4.1 Arbeitskreis Emissionsinventare im Umweltbundsamt

Wesentliche Zuarbeiten zu den Inventaren – insbesondere zu den Emissionsfaktoren – erhält die Nationale Koordinierungsstelle aus anderen Arbeitseinheiten des UBA. Insofern wurde für alle erforderlichen Festlegungen immer zuerst eine Hauslösung erarbeitet, die dann als Muster für die Übertragung auf das gesamte Nationale System dient.

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. Der Arbeitskreis hat seit seiner Einrichtung 11 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.

1.2.4.2 Hausanordnung 11/2005 des UBA

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

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

1.2.4.3 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 Emisssionshandels 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. In Abbildung 5 ist das Verfahren für diesen jährlich erforderlichen Datenaustausch terminlich und ablaufmäßig dargestellt. Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse von Anlagen und Anlagenbetreibern werden von E 2.3 durch Aggregation der Daten gewahrt.

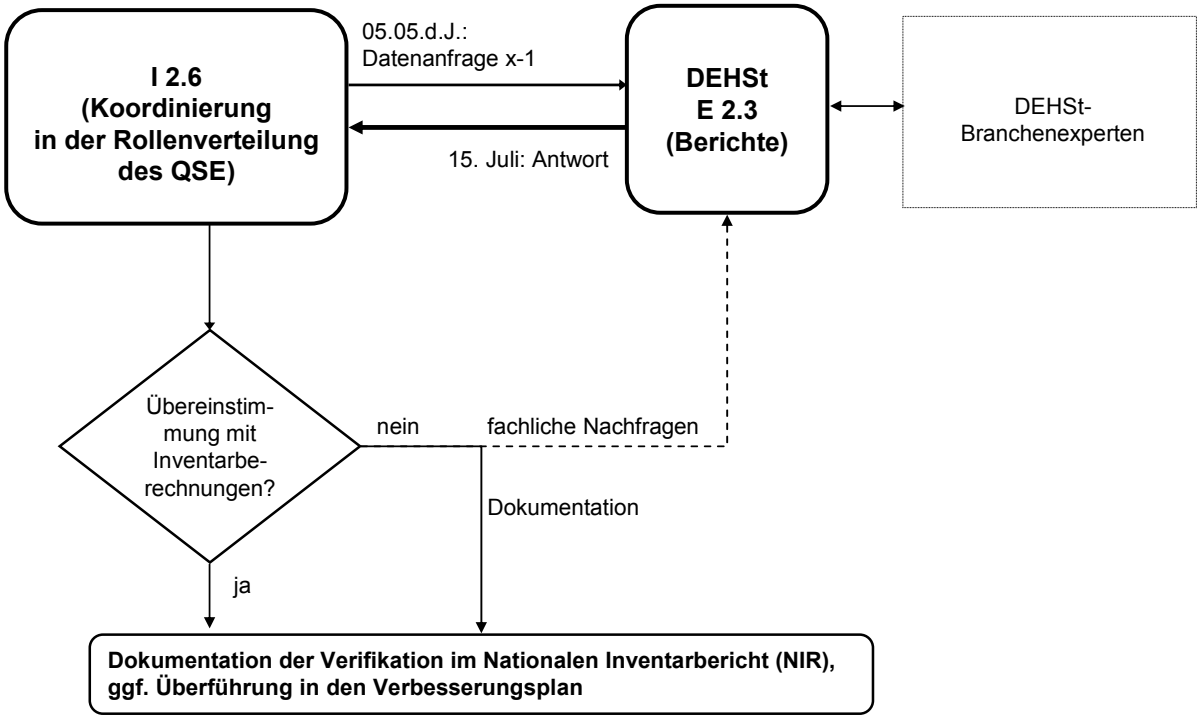


Abbildung 5: Verfahrensablauf für die jährliche Inventar-Verifikation mit ETS-Monitoring-Daten

1.2.4.4 Haushaltstitel und Umweltforschungsprojekte des UBA

Die Expertise von *Forschungseinrichtungen* wird über die Durchführung von Forschungs-Projekten 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.

1.2.4.5 Ressortvereinbarungen

Durch das Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung vom 05.06.2007 haben die beteiligten Ressorts die 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. Dies erfolgt, soweit notwendig, in Form der Bereitstellung von vorhandenen Daten bzw. Berechnungen oder gegebenenfalls durch die gesicherte Bereitstellung der erforderlichen Daten durch Dritte.

Das Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung vom 05.06.2007 ist in Anhangkapitel 17.1.1 zu finden. Der Stand der Umsetzung ist in Anhangkapitel 17.1.2 wiedergegeben.

Zwischen dem Umweltbundesamt und dem Statistischen Bundesamt wird derzeit eine Verwaltungsvereinbarung erarbeitet, die die Datenlieferungen des Statistischen Bundesamtes für die Emissionsberichterstattung auf Basis einer gesetzlichen Regelung spezifiziert.

1.2.4.6 Nationales System zu Landwirtschaft und LULUCF im Geschäftsbereich des BMELV

Durch Staatssekretärsbeschluß vom 22.12.2006 hat die Bundesregierung entschieden, die Anrechnung forstlicher Tätigkeiten nach Art. 3 Abs. 4 des KP zu wählen. Das BMELV wird gemäß des Staatssekretärsbeschlusses die hierfür erforderliche Datenerhebung, Emissionsberechnung und Bereitstellung für die Berichterstattung in Form der CRF-Tabellen vornehmen.

Durch das Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung vom 05.06.2007 wurde darüber hinaus die Zuständigkeit für den Bereich LULUCF dem BMELV übertragen. Hierunter fällt die Berichterstattung zu LULUCF für die Klimarahmenkonvention und das Kyotoprotokoll (inkl. der Berichterstattung nach Art. 3.3).

Mit der Umsetzung dieser Aufgabe im Geschäftsbereich des BMELV wurde die Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) mit Erlass vom 29.08.2007 beauftragt.

Nach der Neustrukturierung der Ressortforschung des BMELV mit Wirkung zum 01.01.2008 ist diese Aufgabe auf das Johann Heinrich Von Thünen-Instituts (vTI) übergegangen. Als Schnittstelle zum Nationalen System wurde eine Arbeitsgruppe Emissionsberichterstattung 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.

In der zweiten Sitzung des Koordinierungsausschusses am 01.07.2008 hat das BMELV einen Entwurf für ein integriertes Monitoringkonzept für LULUCF (Art. 3.3. und 3.4 KP) und für ein Konzept zum Nationalen System in der Land- und Forstwirtschaft vorgestellt. Details zum Nationalen System im Bereich Landwirtschaft und LULUCF sind der folgenden Abbildung zu entnehmen

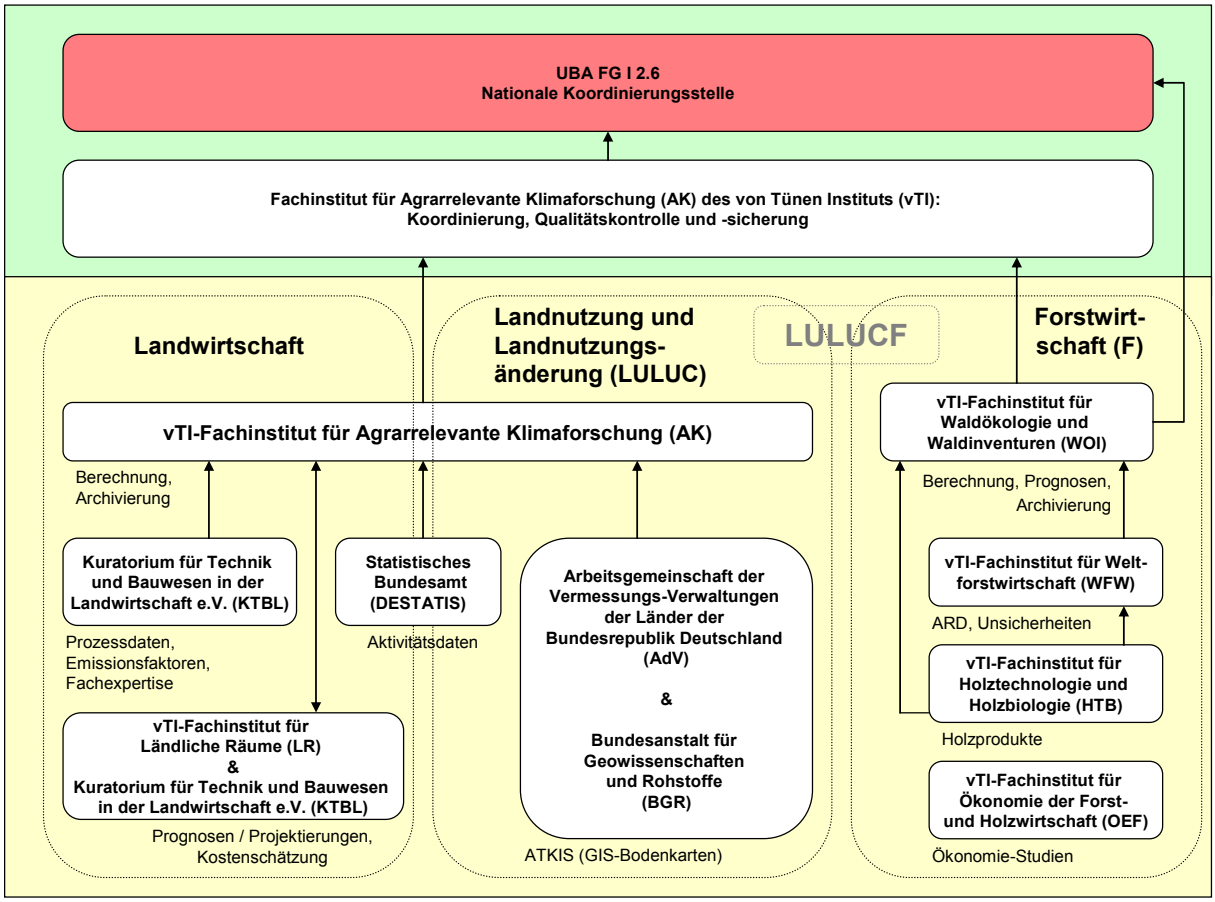


Abbildung 6: Nationales System zu Landwirtschaft und LULUCF

1.2.4.7 Mustervereinbarung für die Zusammenarbeit mit NRO

Die *Einbindung von Verbänden* und anderen unabhängigen Organisationen erfolgte bisher 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.

Für die Einbeziehung von nicht behördlichen Einrichtungen in das nationale System wurde in 2006 eine Mustervereinbarung entworfen, über die relevante Akteure zukünftig verbindlich in die Erstellung der Inventare eingebunden werden sollen.

Seit Ende 2006 verhandelt das BMU mit EUROCONTROL über eine Vereinbarung zum Datenaustausch über Flugverkehrsdaten. Es ist geplant, einen entsprechenden Vertrag 2008 abzuschließen.

Seit Mitte 2008 sind das BMWi und das Umweltbundesamt im Gespräch mit dem Verband der Chemischen Industrie (VCI) über eine Vereinbarung zur Datenbereitstellung in den Quellgruppen Ammoniak (2.B.1), Salpetersäure (2.B.2) und Adipinsäure (2.B.3). Weiterhin führen BMWi und UBA Gespräche mit der Arbeitsgemeinschaft Bitumen (ARBIT) und dem Industrieverband Bitumen Dach- und Dichtungsbahnen (vdd) zu einer Vereinbarung in der Quellgruppe Bitumen für Dachbahnen (2.A.5). Weitere Gespräche zur weiteren Institutionalisierung werden in 2009 folgen. Damit trägt die Nationale Koordinierungsstelle dem Hinweis auf Paragraph 18 des Initial Reviews 2007 Rechnung.

1.2.4.8 Workshop zum Nationalen System

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

Ein weiterer Workshop zum Nationalen System ist für das Frühjahr 2009 geplant. Dieser wird einer erneuten Überprüfung der Inventare durch unabhängige Dritte entsprechend des Paragraphen 15 (b) der *Guidelines for National Systems* dienen.

1.2.5 Verbindlicher Terminplan im Rahmen des Nationalen Systems

Verbindliche Zuständigkeitsregelungen, die Terminkette für die einzelnen Handlungsschritte bei der Erstellung der Inventare und die durchzuführenden Prüfhandlungen zur Qualitätskontrolle / -sicherung wurden innerhalb des UBA durch die Hausanordnung 11/2005 festgelegt.

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:

05. Mai	Anforderung zur Daten und Berichtstextlieferung durch die Nationale Koordinierungsstelle im UBA an die Fachverantwortlichen
31. Juli	Zulieferung der Energiedaten der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen und der statistischen Daten des Statistischen Bundesamtes, 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
01. November	Hausabstimmung UBA
ab 15. November	Abschließende Qualitätssicherung durch QSE-, ZSE- und NIR-Koordinator
26. November	Bericht der Nationalen Koordinierungsstelle zur Einleitung der Ressortabstimmung an das Ministerium
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

1.2.6 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 worden, 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 1.2.4.2). Einzelheiten bezüglich der Regelung der Verbindlichkeit für andere NaSE-Teilnehmer können dem Anhang 17.1.1 entnommen werden.

1.2.6.1 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 17.2.1). Für die anderen Teilnehmer des Nationalen Systems ist die Übernahme der Mindestanforderungen, nach Beschlussfassung über diese Mindestanforderungen durch die Vertreter der beteiligten Ressorts im Koordinierungsausschuss des Nationalen Systems Emissionsinventare (siehe Anhangkapitel 17.1.1) 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 17.2.1.11 entnommen werden.

1.2.6.2 Aufbauorganisation des Qualitätssystems Emissionsinventare

Im Rahmen des QSE wurde ein Konzept zur Aufbauorganisation entwickelt, dass die Zuständigkeiten für die Umsetzung der erforderlichen QK und QS-Maßnahmen verbindlich für das UBA festlegt. Die festgelegten Rollen und Verantwortlichkeiten sollen einen effektiven Informationsaustausch und die anforderungskonforme Durchführung von QK und QS sicherstellen (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: 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 betroffenen FGL
Fachliche Ansprech-partner (quell-gruppenspezifisch) in der Nationalen Koordinierungsstelle (FAP)	Betreuung der fachlichen Zuarbeiten (Inventararbeit und Berichterstattung) Unabhängige QK/QS für die Zuarbeiten aus den Fachgebieten	Benannte Mitarbeiter aus der Nationalen Koordinierungsstelle
Berichtskoordinator (NIRK)	Koordination von textlichen Zuarbeiten, Erstellung des NIR aus den einzelnen Zuarbeiten, übergreifende QK und QS für den NIR	Ein benannter Mitarbeiter aus der Nationalen Koordinierungsstelle
ZSE-Koordinator (ZSEK)	Übergreifende QK und QS im gesamten Inventar Sicherstellung der Integrität der Datenbanken Emissionsberechnung und Aggregation zu Berichtsformaten	Ein benannter Mitarbeiter der nationalen Koordinierungsstelle
QK/QS-Koordinator (QSEK)	Übergreifende QK und QS im gesamten Berichterstattungsprozess Aufrechterhaltung und Fortentwicklung des QSE Pflege und Fortschreibung von QK-, QS-Plan, QK-Checklisten und QSE-Handbuch Pflege und Fortschreibung Verbesserungsplan sowie federführend bei Überführung in Inventarplan	Ein benannter Mitarbeiter aus der Nationalen Koordinierungsstelle
NaSE-Koordinator (NaSEK)	Sicherstellung der termingerechten und anforderungskonformen Berichterstattung Initiierung der Umsetzung übergreifender Maßnahmen aus dem Inventarplan Festlegung / Dokumentation von institutionellen Einrichtungen und rechtlichen Vereinbarungen Sicherstellung der Archivierung aller Inventarinformationen, Durchführung der zentralen Archivierung von Inventarinformationen Vorbereitung Durchführung und Nachbereitung von Inventarüberprüfungen	Ein benannter Mitarbeiter aus der Nationalen Koordinierungsstelle
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

1.2.6.3 Ablauforganisation des Qualitätssystems Emissionsinventare

Der Ablauf der QK und QS-Maßnahmen im QSE richtet sich am Prozess der Emissionsberichterstattung aus, wie er in Kapitel 1.3 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).

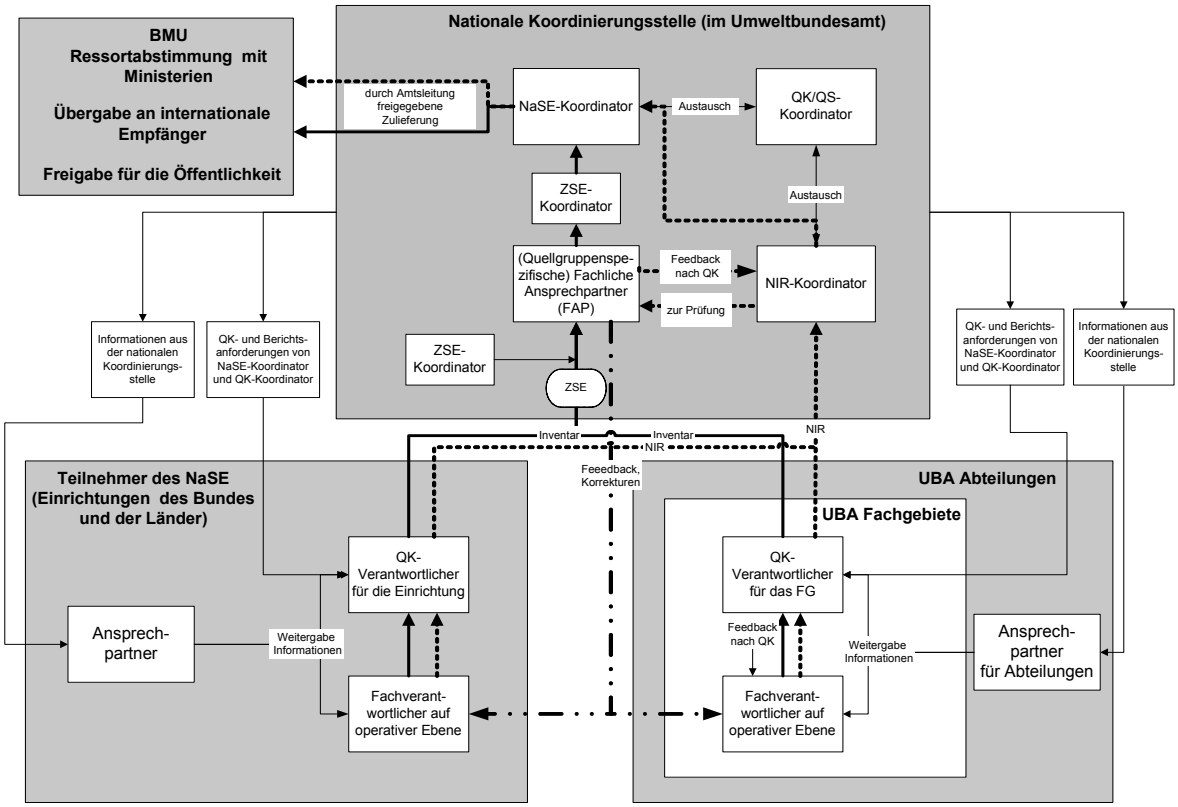


Abbildung 7: QSE - Rollen Aufgaben und Arbeitsabläufe

Die durchzuführenden QK-Prüfungen für Tier 1 gemäß Paragraph 14 (g) der *Guidelines for National Systems* sind erstmals für die Berichterstattung 2006 durchgeführt worden. Sie wurden in Form von QK-Checklisten zusammen mit der Datenanforderung an die Fachexperten geschickt und im Verlauf der Zuarbeiten entsprechend ausgefüllt.

1.2.6.4 Dokumentation im Qualitätssystems Emissionsinventare

Die mit den Mindestanforderungen an ein QK/QS-System (siehe Kapitel 17.2.1) 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.

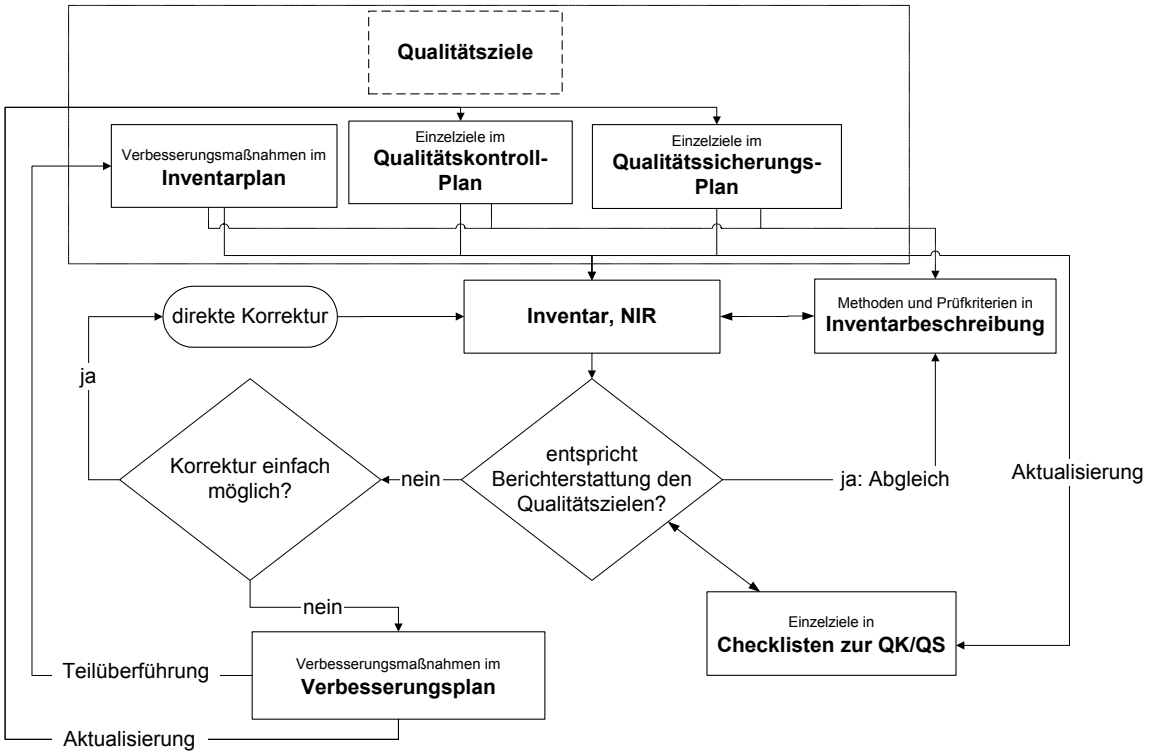


Abbildung 8: NaSE & QSE - Steuerung und Dokumentation

Die allgemeine Beschreibung der **Qualitätsziele** erfolgt im QSE-Handbuch und leitet sich aus den *IPCC Good Practice Guidance*[11] ab. Darüber hinaus sind für die einzelnen Quellgruppen operative Einzelziele zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung aus dem Vergleich zwischen den Anforderungen aus den *IPCC Good Practice Guidance*, den Ergebnissen der unabhängigen Inventarüberprüfung und der Inventarrealität abzuleiten.

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

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

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

Qualitätskontrolle sind von den Teilnehmern des NaSE[12] parallel zur Inventarerstellung auszufüllen und sollen Auskunft über die Güte der dem Inventar zugrunde liegenden Daten und Methoden geben. Die systematische Qualitätskontrolle in Form von Checklisten wurde vom UBA, wie schon oben erwähnt, 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 und 2009 wurden die Checklisten für die Fachexperten und die fachlichen Ansprechpartner umfassend überarbeitet. Ziel der Überarbeitung war es, die Verständlichkeit und die Anwendbarkeit 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.

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.

Die Pflicht zur Erstellung der beschriebenen Dokumentationen wurde über eine Hausanordnung (siehe Kapitel 1.2.6.5) im UBA festgeschrieben und bildet die wesentliche Grundlage für eine Archivierung der 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:

[12] 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)

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

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

1.2.6.5 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. 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,
- die Anforderungen zur Berichterstattung aus den Guidelines,
- die Ergebnisse der Inventarüberprüfungen,
- quellgruppenspezifisch den Datenbestand jeder Quellgruppe (Inventarbeschreibung),
- die Ergebnisse aus der Bestimmung der Hauptquellgruppen,
- den NIR,
- den Leitfaden zur Berechnung der Unsicherheiten und Bestimmung der Hauptquellgruppen nach Tier 2,
- ein Formular für Vorschläge zur kontinuierlichen Verbesserung des QSE und
- eine Anleitung zur Nutzung der QSE-Checklisten.

1.2.6.6 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.

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

Für Quellgruppen, die berichtspflichtige Anlagen unter dem CO_2-Emissionshandelsregime (ETS) beinhalten, werden die Monitoring-Daten des Europäischen Emissionshandels zur Qualitätsverbesserung der jährlichen nationalen Emissionsinventare genutzt.

Für die Berichterstattung 2006 wurden durch fachliche Diskussionen zur Implementierung des Emissionshandels wesentliche Fehlstellen im Inventar identifiziert, teilweise mit Daten des Emissionshandels oder durch Forschungsprojekte geschlossen. Damit wurde die Datenbasis für die Festlegung der „zugewiesenen Mengen“ unter dem Kyoto Protokoll verbessert (Zeitreihen 1990 bis 2004). 2006 wurde in einem Forschungsprojekt von E 2.3 zum Datenabgleich[13] der Datenbestand der Emissionsinventare mit der Anlagendatenbank der DEHSt detailliert verglichen. Es 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 (siehe Kapitel 1.2.4.3).

1.2.7 Änderungen in den nationalen Emissionshandelsregistern

Diese Informationen sind als separates Dokument *„UNFCCC Standard Independent Assessment Report - Submitted by Germany - Reporting under Article 3(1)g and h of Decision No 280/2004/EC“* der Submission beigefügt.

1.3 Kurzbeschreibung der Inventarerstellung

Bei der Emissionsberichterstattung handelt es sich um einen regelmäßig jährlich ablaufenden Vorgang, der allerdings - dezentral und von verschiedenen Personen durchgeführt - für verschiedene Teile des Inventars sehr unterschiedlich sein kann. Vor der Einführung des QSE wurde dieser Prozess daher im Jahr 2003 intensiv untersucht und analysiert.

Er lässt sich in die folgenden Hauptprozesse unterteilen:

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

Die Hauptprozesse untergliedern sich in Teilprozesse gemäß Abbildung 9. Der Prozess der Inventarerstellung erfolgt in enger Verzahnung mit der Erstellung des Nationalen Inventarberichts und der Durchführung von Maßnahmen der Qualitätskontrolle und -sicherung.

[13] FKZ 205 41 521

Es hat sich gezeigt, dass sich der Ablauf der Inventarplanung und -erstellung wesentlich auf die Qualität der Inventare auswirken kann, so dass die Reihenfolge des Vorgehens nicht unwesentlich für die Inventarqualität ist. Daher wurden jedem Teilprozess geeignete QK/QS-Maßnahmen zugewiesen, um bei der Qualitätsprüfung nicht nur die Endqualität der Inventardaten zu prüfen, sondern das Ergebnis der Prüfung immer im Zusammenhang mit ihrer Position in der Prozesskette zu betrachten. Auf diese Weise können auch periodische interne Evaluationen des Prozesses der Inventarerstellung nach Paragraph 15 (d) der *Guidelines for National Systems* einfach durchgeführt werden.

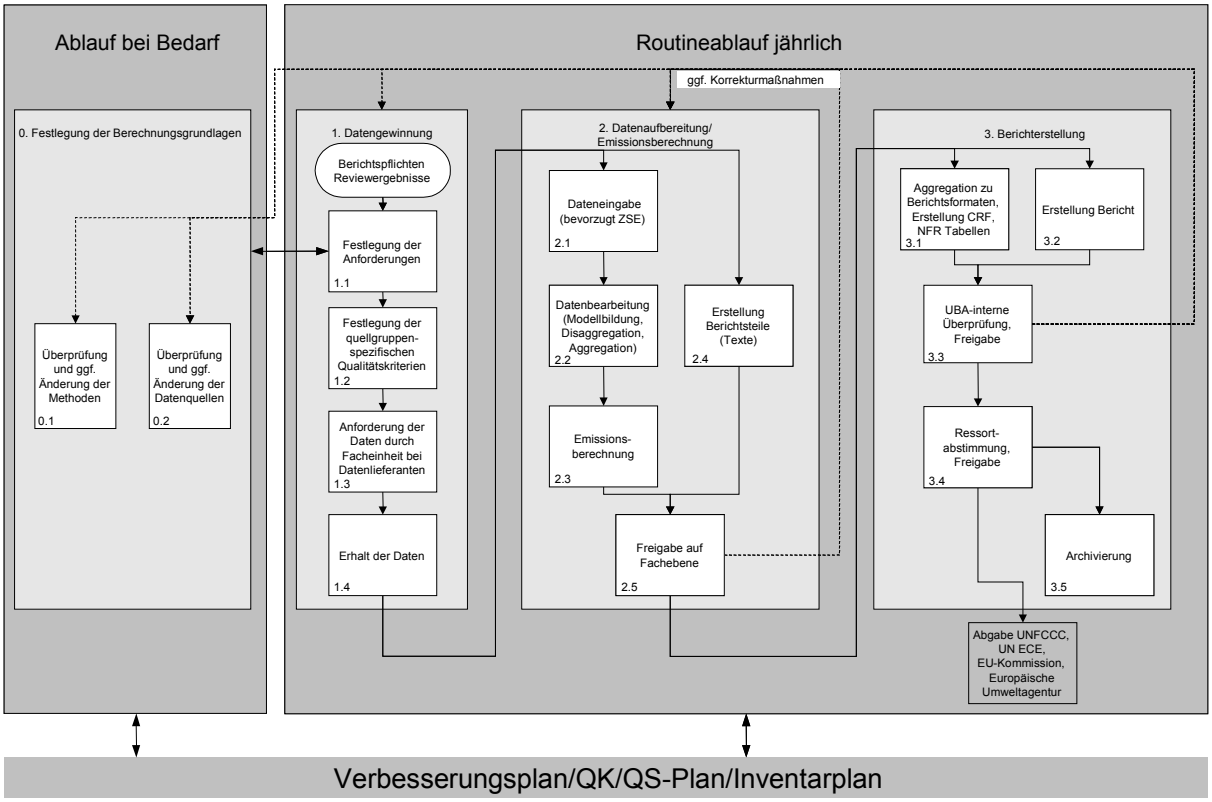


Abbildung 9: Übersicht über den Prozess der Emissionsberichterstattung

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

1.3.1 Vorgelagerte Abläufe

Um die für die Inventarerstellung 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 Quellgruppen bezeichnet, die im nationalen Inventar herausgehoben sind, da ihre Emissionen einen signifikanten Einfluss auf die Gesamtemission der direkten Treibhausgase haben, entweder in der absoluten Höhe der Emissionen, im Beitrag zum zeitlichen Emissionstrend oder aufgrund ihrer Unsicherheiten.

Für diesen Zweck bestehen unabhängig von den in Abbildung 9 dargestellten Teilprozessen der Emissionsberichterstattung vorgelagerte Abläufe, die jeweils zwischen zwei Zyklen der Emissionsberichterstattung durchgeführt werden.

Als vorgelagerte Abläufe werden die folgenden Teilprozesse gezählt:

- die Bestimmung der Hautquellgruppen (gemäß Tier 1-Verfahren nach Kap. 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 Kap. 6.4 der *IPCC Good Practice Guidance*).

1.3.1.1 Bestimmung der Hauptquellgruppen (gemäß Tier 1-Verfahren)

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 2007) sowie Trend (für 2007 gegenüber dem Basisjahr) angewendet. Entsprechend den IPCC-Vorgaben werden dabei neben den Emissionen aus Quellen auch die Einbindung der Treibhausgase in Senken in den Analysen berücksichtigt.

1.3.1.2 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. Es ist geplant alle drei Jahre eine Unsicherheitenbestimmung gemäß der Tier 2 Methode vorzunehmen; in den Zwischenjahren erfolgt die Bestimmung der Unsicherheiten nach Tier 1.

Deutschland berichtet im aktuellen NIR Unsicherheiten, die nach der Tier 1 Methode ermittelt worden sind. Zur Ermittlung der Unsicherheiten nach Tier 1 wurden die Unsicherheiten, 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.

1.3.1.3 Erweiterte Bestimmung der Hauptquellgruppen

Eine erweiterte Bestimmung der Hauptquellgruppen unter Verwendung detaillierter Unsicherheiten mittels Monte Carlo Simulation (gemäß dem IPCC-Tier 2- Verfahren) erfolgt für das deutsche Treibhausgasinventar in einem zeitlichen Abstand von 3 Jahren. Erstmalig 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 Festlegung der Berechnungsgrundlagen

Die **Wahl von Berechnungsmethoden** zur Emissionsermittlung hat Auswirkungen auf den gesamten Emissionsberichterstattungsprozess. Daher steht die Prüfung der Angemessenheit der verwendeten Methoden am Anfang des Gesamtprozesses. 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 und Überprüfung von 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 Anforderung 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 entsprechende 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.

1.3.3 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 Qualitäts- und Prüfkriterien 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 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* und die Intranet-Seite zur Emissionsberichterstattung des UBA 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** an Dritte 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 Qualitäts- und Prüfkriterien** 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.

1.3.4 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 in die Tabellenteile einfließenden 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 der Emissionsberechnung im engeren Sinne des Datenbegriffs) 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 (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** hat sowohl für Texte als auch für Ergebnisse der Berechnungen vor der weiteren Verwendung durch die nationale Koordinierungsstelle von den jeweiligen QK-Verantwortlichen zu erfolgen.

1.3.5 Berichterstellung

Zur Berichterstellung gehören:

- die Aggregation der Emissionsdaten zu den nationalen Trendtabellen und zu den Berichtsformaten, Erstellung der Datentabellen für das NFR bzw. die Vorbereitung der XML-Dateien für den Export zum CRF-Reporter,
- die Berechnung der CO_2 Äquivalente für die Treibhausgas-Emissionen,
- die Zusammenfassung der zugelieferten Berichtstexte zum Berichtsentwurf (NIR) sowie die Gesamtredaktion des NIR,
- die UBA-interne Überprüfung des Entwurfs (nationale Trendtabellen und NIR) mit anschließender Freigabe,

- der Import der XML-Dateien in den CRF-Reporter, die Erstellung der Datentabellen für das CRF,
- die Übergabe an das BMU,
- die 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.

Bevor die Emissionsdaten in die Berichtstabellen für die Klimarahmenkonvention und des Kyoto-Protokolls (CRF= Common reporting Format) bzw. die Genfer Luftreinhaltekonvention (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 CO_2-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 Tabelle 4 abgebildeten jeweiligen Treibhauspotentials (GWP), basierend auf den Wirkungen der Treibhausgase über einen Zeithorizont von 100 Jahren.

Tabelle 4: 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_2O	310
Hydrofluorocarbons (HFC)		
HFC-23	CHF_3	11700
HFC-32	CH_2F_2	650
HFC-41	CH_3F	150
HFC-43-10mee	$C_5H_2F_{10}$	1300
HFC-125	C_2HF_5	2800
HFC-134	$C_2H_2F_4$ (CHF_2CHF_2)	1000
HFC-134a	$C_2H_2F_4$ (CH_2FCF_3)	1300
HFC-152a	$C_2H_4F_2$ (CH_3CHF_2)	140
HFC-143	$C_2H_3F_3$ (CHF_2CH_2F)	300
HFC-143a	$C_2H_3F_3$ (CF_3CH_3)	3800
HFC-227ea	C_3HF_7	2900
HFC-236fa	$C_3H_2F_6$	6300
HFC-245ca	$C_3H_3F_5$	560
Perfluorocarbons (PFC)		
Perfluoromethane	CF_4	6500
Perfluoroethane	C_2F_6	9200
Perfluoropropane	C_3F_8	7000
Perfluorobutane	C_4F_{10}	7000
Perfluorocyclobutane	c-C_4F_8	8700
Perfluoropentane	C_5F_{12}	7500
Perfluorohexane	C_6F_{14}	7400
Sulphur hexafluoride		
Sulphur hexafluoride	SF_6	23900
Additional Greenhouse Gases		
HFC 245fa	*$C_3F_5H_3$ ($CF_3CH_2CHF_2$)*	*950*
HFC 365mfc	*$C_4F_5H_5$ ($CF_3CH_2CF_2CH_3$)*	*890*
NF_3	*NF_3*	*8000*

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

Durch den Berichtskoordinator erfolgt die **Zusammenfassung der zugelieferten Berichtstexte zum Berichtsentwurf** des NIR. Durch die quellgruppenspezifischen fachlichen Ansprechpartner in der Nationalen Koordinierungsstelle erfolgt nun die **interne Überprüfung von Daten und Berichtsteilen** anhand einer QK-Checkliste. Die Ergebnisse dieser Überprüfung werden den Fachverantwortlichen zur Verfügung gestellt, so dass diese im Anschluss (ggf. nach einer Rücksprache) ihren Beitrag entsprechend überarbeiten können. Nach der Überarbeitung erfolgt die Gesamtredaktion des NIR durch den Berichtskoordinator.

Die **Freigabe** der 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.

1.4 Überblick über die verwendeten Methoden und Datenquellen

1.4.1 Datenquellen

1.4.1.1 Energie

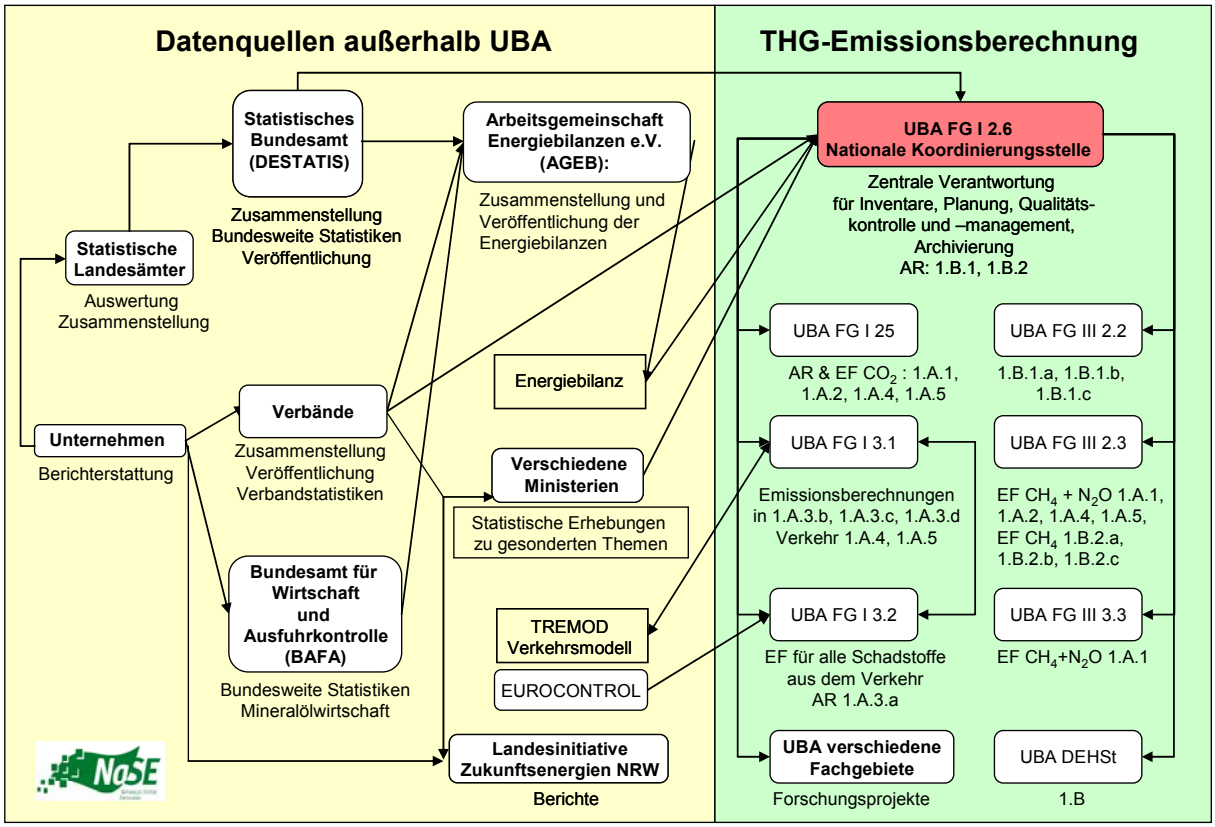


Abbildung 10: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen im Energiebereich

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. Damit verbunden ist, dass die Energiebilanz erst mit einiger Verzögerung veröffentlicht wird.

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 Disaggregierung erreicht werden.

Ebenfalls zusätzlich zur Energiebilanz veröffentlicht die AGEB so genannte *Auswertetabellen zur Energiebilanz* (nachfolgend: Auswertetabellen). 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 Auswertetabellen 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 Disaggregierung erreicht werden.

Der *Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft (VIK) e.V.* veröffentlicht in kurzen Abständen (ein bis zwei Jahre) die *Statistik der Energiewirtschaft* (nachfolgend: VIK-Statistik, VIK o.J.). Die VIK-Statistik enthält unter anderem Daten über Stromerzeugung, Anlagenarten und Brennstoffverbrauch. Sie weist eine weitgehende quellgruppenspezifische Aufgliederung sowie eine feine Unterteilung in Anlagenarten auf. Der Abstand der Veröffentlichung zum Zeitpunkt der Erhebung beträgt etwas mehr als ein Jahr.

Eine weitere wichtige Datenquelle für die Ermittlung der Aktivitätsraten sind die *Fachserien 4 Reihe 4.1.1, Reihe 6.4, Reihe 8.1* 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. Einige dieser Daten werden ebenfalls in der VIK-Statistik aufgeführt. Zur weiteren Differenzierung der Daten und für Detailfragen werden vom Statistischen Bundesamt (Destatis) Sonderauswertungen zur Verfügung gestellt.

Als zusätzliche Datenquelle wird die STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT, insbesondere deren jährliche Veröffentlichung "Der Kohlenbergbau in der Energiewirtschaft der Bundesrepublik Deutschland" - das sogenannte "Silberbuch" - 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.

Erhebungen für die Verkehrsemissionen (1.A.3) werden für den Straßenverkehr überwiegend mit Hilfe des Modells *TREMOD („Transport Emission Estimation Model*"; IFEU, 2005)[14] durchgeführt. Für die Berechnung mit TREMOD wurden 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 mit der aktuellen Berichterstattung erstmals Daten der *europäischen Luftsicherheitsbehörde (EUROCONTROL)* zum Einsatz. EUROCONTROL stellt auf Basis der realen Flugbewegungen ermittelten jahresspezifischen Splitfaktoren für die Aufteilung von Kraftstoffverbräuchen und Emissionen auf nationalen und internationalen Flugverkehr zur Verfügung. Mit der Verwendung der von *EUROCONTROL* ermittelten Splitfaktoren gehen umfassende Rekalkulationen gegenüber den vergangenen Inventaren einher.

Für alle anderen Verkehrsträger werden neben den Angaben aus den Energiebilanzen auch die *amtlichen Mineralöldaten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)* und die *Mineralöl-Zahlen* des *Mineralölwirtschaftsverbandes (MWV) e.V.* verwendet.

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 Bundesverbandes Braunkohle (DEBRIV), der Deutschen Montan Technologie GmbH (DMT), der Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. 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 Stellungsnahmen der Landesinitiative Zukunftsenergien NRW (hier AG Grubengas). Die Koordination der Inventarerstellung erfolgt mit Unterstützung des Gesamtverband Steinkohle (ehemals Gesamtverbandes des deutschen Steinkohlebergbaus (GVSt)).

Daten zu den Quellgruppen der Kategorie 1.B.2 werden aus den Veröffentlichungen der Statistisches Bundesamt Deutschland (Destatis), des Mineralölwirtschaftverband e.V. (MWV), der Deutschen Wissenschaftlichen Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle e.V. (DGMK), des Wirtschaftverbandes Erdöl und Erdgasgewinnung e.V. (WEG) und der Deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW), der Gasstatistik des Bundesverbandes der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft (BGW) und der Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) herangezogen. Die Bearbeitung erfolgt derzeit unter

14 Um Minderungsmaßnahmen ableiten und bewerten zu können, werden mit TREMOD auch der Energieverbrauch und die CO_2-Emissionen der einzelnen Fahrzeugkategorien berechnet. Die Werte werden anschließend mit dem Gesamtverbrauch und der Gesamtemission an CO_2 abgeglichen.

Einbeziehung von Stellungnahmen des Wirtschaftverbandes Erdöl und Erdgasgewinnung e.V. (WEG).

1.4.1.2 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 CO_2-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 (Destatis) erhoben, die Verwendung von Soda (2.A.4) wird in anderen Quellgruppen berichtet (engl.: included elsewhere), die Datenquellen werden dort genannt. 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.

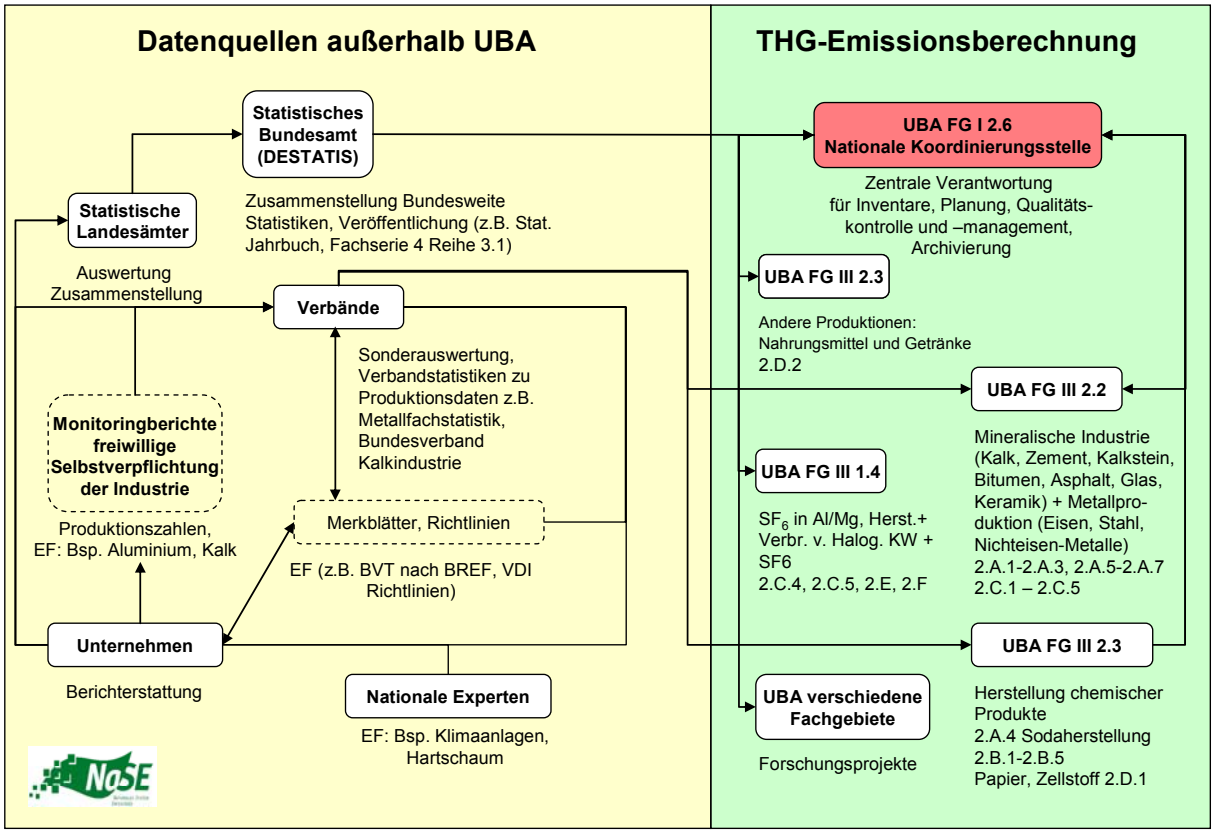


Abbildung 11: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Industrieprozesse

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 Aggregierung anlagenspezifischer Daten. Die Berechnung der CO_2-Emissionen der Kalkherstellung (2.A.2) erfolgt über stöchiometrische Faktoren. Die Herstellung von Soda (2.A.4) mittels Solvay-Prozess gilt bezüglich der Rohstoffe als CO_2-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 CO_2-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 und direkten Hersteller- und Verbandsangaben ermittelt. Letztere sind vertraulich. Die Emissionsfaktoren sind von Experten im UBA oder in Forschungsvorhaben ermittelt worden. Für 2.B.1 Ammoniak-Produktion und 2.B.2 Salpetersäure-Produktion wurden bisher die Aktivitätsdaten vom Statistischen Bundesamt erhoben. Die Emissionsfaktoren sind für 2.B.1 und 2.B.2 durch UBA-Experten ermittelt worden. Da Ammoniak-Produktion für CO_2 eine Hauptquellgruppe ist und Salpetersäure-Produktion für N_2O eine Hauptquellgruppe ist, werden diese in Zukunft anlagenspezifisch erhoben. Für 2.B.3 Adipinsäure-Produktion wurden bis Mitte der 90er Jahre anlagenspezifische Aktivitätsdaten geliefert. Für diese wurde der Default-EF für N_2O verwendet. Inzwischen liefern die Anlagenbetreiber auf vertraulicher Basis die

Emissionsangaben direkt an das UBA. 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, Lachgas, Organische Substanzen, Caprolactam, Ruß und weitere. Die Aktivitätsdaten wurden aus Forschungsvorhaben, Daten des Statistischen Bundesamtes und des Mineralölwirtschaftsverbands ermittelt. Die Emissionsfaktoren sind in Expertenschätzungen und ebenfalls Forschungsvorhaben ermittelt worden.

Die Aktivitätsdaten der Metallindustrie (2.C) werden von den einschlägigen Verbänden (Stahlinstitut VDEh, Wirtschaftsvereinigung Metalle und Gesamtverband der Aluminiumindustrie) geliefert. Eine Ausnahme bildet die Quellgruppe Ferroalloys (2.C.2), hier gibt es in Deutschland nur noch einen Hersteller, von dem die Daten direkt bezogen werden.

Die Emissionsfaktoren der Metallindustrie (2.C) werden in der Regel durch die Facheinheiten im Umweltbundesamt berechnet, z.T. werden auch IPCC Default Werte benutzt.

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 SF_6 (2.E) wird aus Mangel an zuverlässigen statistischen Daten auf *Herstellerangaben* und *Umfragen bei Herstellern* zurückgegriffen. 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 SF_6 (2.F) werden aus Herstellerangaben und Verbandsangaben, sowie Berechnungsmodellen ermittelt. Die Emissionsfaktoren wurden von UBA-Experten und Forschungsnehmern 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.

1.4.1.3 Lösemittel- und andere Produktverwendung

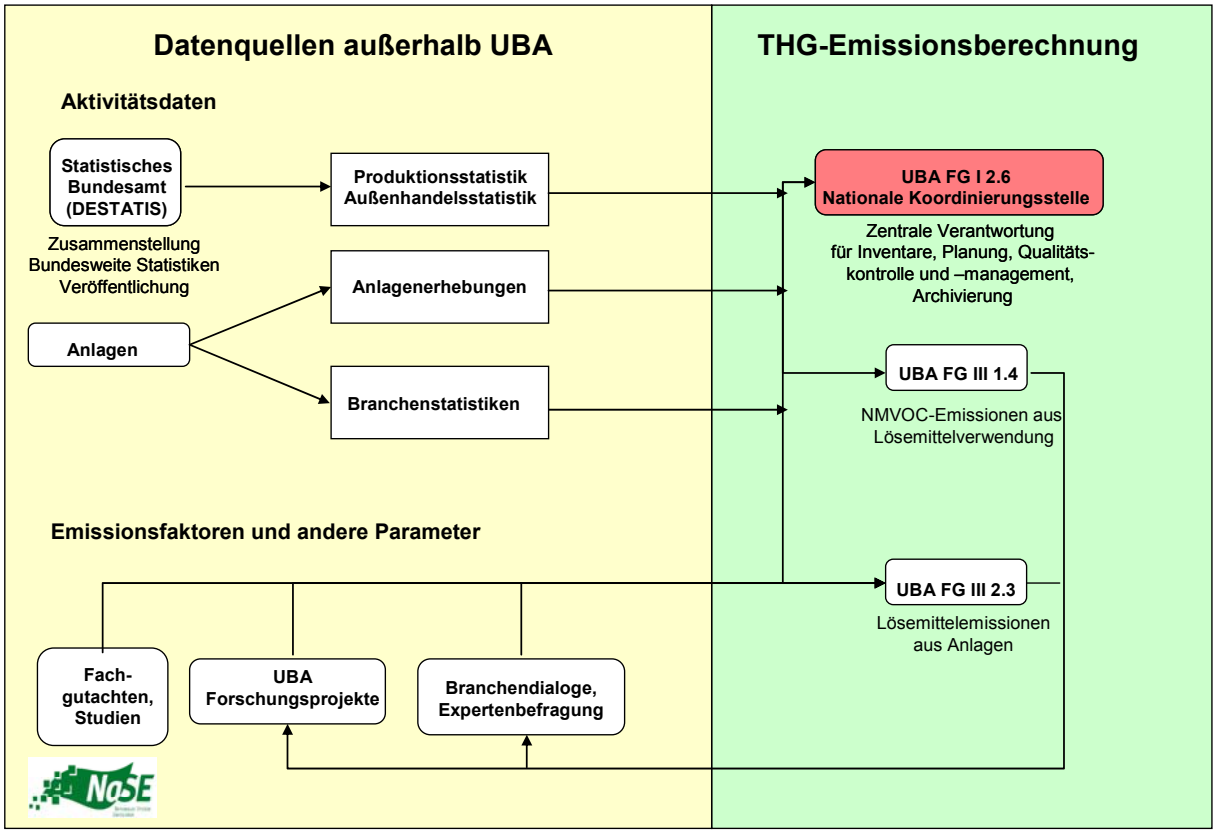


Abbildung 12: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus der Lösemittel- und anderen Produktverwendung

Für die Berechnung der NMVOC-Emissionen aus dem Bereich der Lösemittel- und anderen Produktverwendung ist das UBA Fachgebiet FG III 1.4 zuständig. Für die Untergruppe der Lösemittelemissionen aus Anlagen steht das UBA Fachgebiet III 2.3 dem Fachgebiet III 1.4 im Rahmen dessen „Globalzuständigkeit“ zur Verfügung. Die Zuständigkeit für die Erfassung der N_2O-Emissionen aus Produkten ist im UBA derzeit noch nicht hinreichend definiert.

Für die Aktivitätsdaten wird hauptsächlich auf veröffentlichte Statistiken des Statistischen Bundesamtes (Destatis) zurückgegriffen, insbesondere die Produktions- und Außenhandelsstatistik. Die Aktivitätsdaten werden ergänzt durch Branchenstatistiken und Informationen von Fachexperten. Für die N_2O-Emissionen für die Narkoseanwendung werden ältere Anlagenerhebungen 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.

1.4.1.4 Landwirtschaft

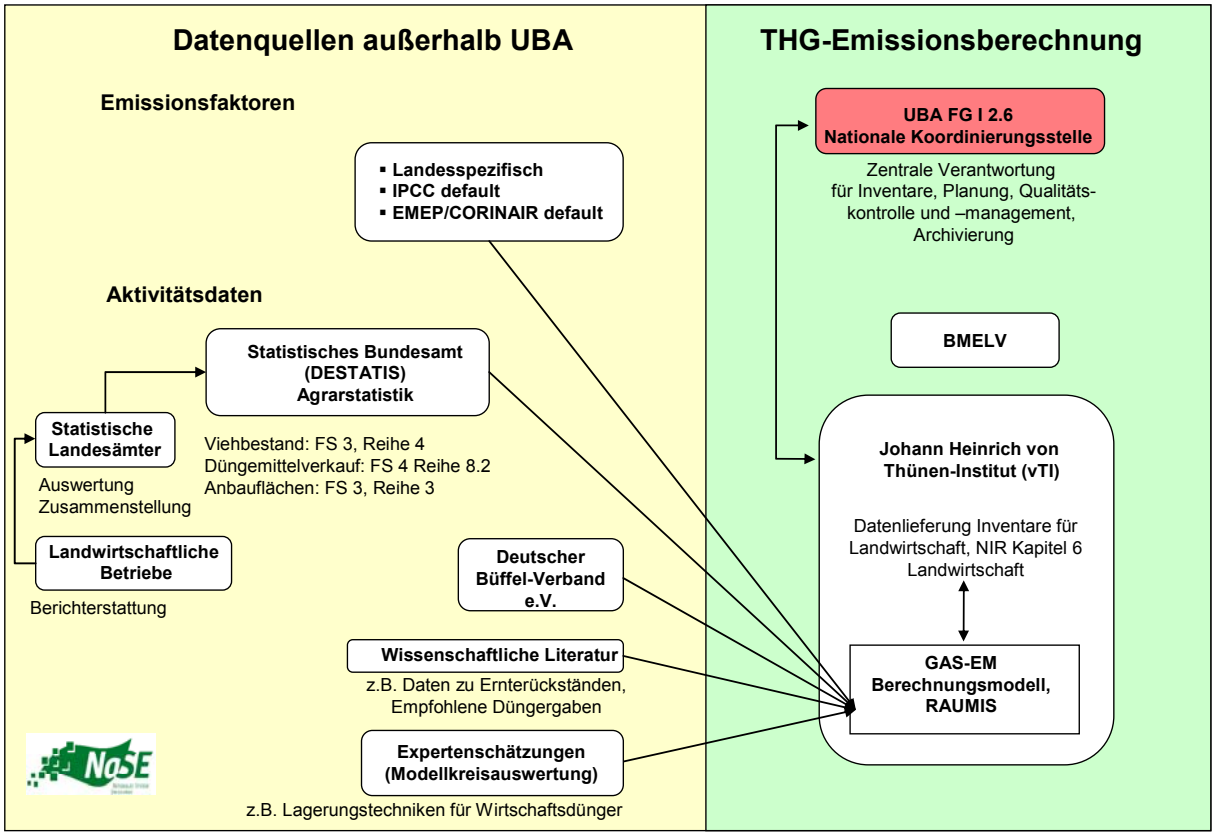


Abbildung 13: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft

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). 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 (DESTATIS 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 der Landwirtschaft basieren derzeit in vielen Bereichen auf einfachere (EMEP/CORINAIR) bzw. Tier-1-Methoden (IPCC), die Standard-Emissionsfaktoren der 2006 IPCC Guidelines oder aus dem EMEP/CORINAIR-Handbuch der United Nation Economic Commission for Europe (UN ECE) verwenden. Daneben werden in einigen Bereichen landesspezifische Faktoren und Parameter verwendet, die aus

Forschungsvorhaben und Literaturdaten stammen und vom vTI zusammengestellt und in das Berechnungsmodell eingebaut werden.

1.4.1.5 Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft

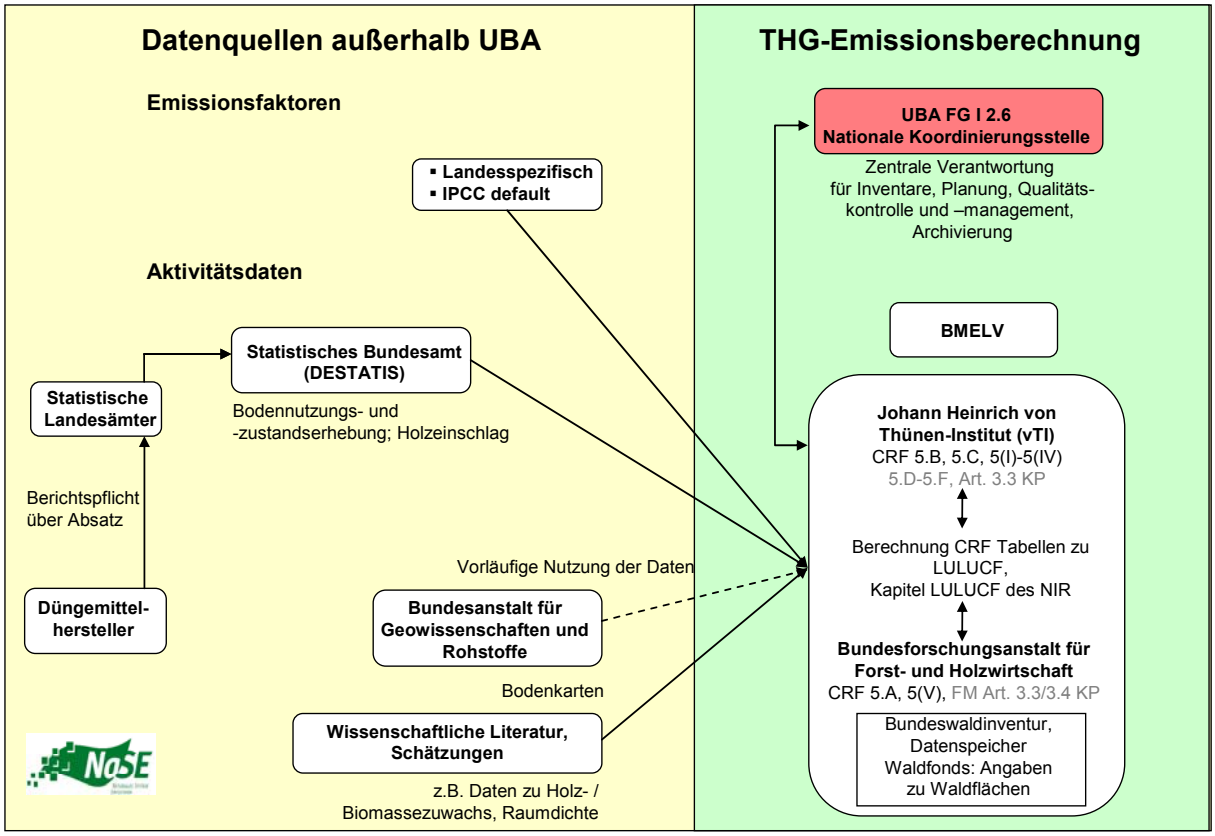


Abbildung 14: Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft[15]

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 im Wesentlichen aus den Daten der Bundeswaldinventuren (BWI) nach den Vorgaben der Good Practice Guidance Land-Use, Land-use Change and Forestry (GPG-LULUCF, IPCC, 2003) abgeleitet. Zur Ermittlung der CO2-Emissionen wurde die Stock-Change-Methode verwendet. Alle Daten wurden für die Folgejahre inkl. 2007 durch die Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, (2008 aufgegangen im vTI), durch Extrapolation fortgeschrieben. Die Aktivitätsdaten basieren neben den Angaben der Bundeswaldinventuren auch auf den Informationen aus dem Datenspeicher Waldfonds. Nach Vorliegen der Ergebnisse der nächsten nationalen Waldinventur (Bundeswaldinventur 3) wird eine nochmalige Neuberechnung bezüglich 2003 bis 2012 zu endgültigen und qualitativ hochwertigen Emissionsschätzungen führen. Dann wird auch eine Neuberechnung bezüglich der Aktivitätsdaten für diesen Zeitraum zur weiteren Qualitätsverbesserung beitragen und eine Schätzung der Unsicherheiten vorliegen.

[15] Im Jahr 2008 werden die Datenflüsse an die sich aus der Umstrukturierung der Ressortforschung ergebenen neuen Strukrturen angepasst (FAL und BFH, zukünftig Johann Heinrich von Thünen-Institut).

Auf der Grundlage der Bundeswaldinventur 2 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. Eine verbesserte Aussage zur Entwicklung innerhalb der Verpflichtungsperiode 2008-2012 soll durch eine bundesweite Studie zur Erhebung von Daten für den Beginn der Verpflichtungsperiode im Jahr 2008 ermöglicht werden. Die Berichterstattung zu forstlichen Tätigkeiten gemäß Artikel 3 Abs. 4 des Kyoto-Protokolls beruht damit im Wesentlichen auf statistisch-räumlichen Erhebungen, für die ein regelmäßiges Rasternetz angewendet wird, an dessen Kreuzungspunkten die Stichprobenpunkte liegen. Jeder Stichprobenpunkt ist damit geo-referenziert und repräsentiert statistisch eine bestimmte Fläche.

Zu Emissionen aus anderen Pools (Totholz, Streu, Böden) liegen derzeit noch keine belastbaren Schätzungen vor. Diese werden nach Abschluss der Arbeiten zur zweiten bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE2) und zur Bundeswaldinventur 3 sowie nach Durchführung von Studien erwartet. Die Voraussetzungen für den Aufbau der notwendigen Kapazitäten und Möglichkeiten für entsprechende methodische Vorarbeiten werden ebenfalls durch o. g. Vereinbarung geschaffen. Die entsprechenden Teile der Inventare werden ebenfalls 2013 erarbeitet sein.

Zur Erfassung der Nutzungsänderungen in der Landwirtschaftsfläche liegen derzeit noch keine Aktivitätsdaten vor, die den Qualitätsanforderungen in diesem Bereich vollständig genügen. Die Aktivitätsdaten für die CO_2 Emissionen und Festlegungen von CO_2 im Boden erfordern Daten zu landwirtschaftlichen Flächen, quantitative und qualitative Angaben (differenziert nach Nutzungs- und Kulturarten) zur Identifikation von Landnutzungsänderungen sowie Daten zur Ermittlung der Kohlenstoffvorräte in Böden und Biomasse. Die diesbezüglich genutzten Daten der Flächenerhebung und der Bodennutzungshaupterhebung (vom Statistischen Bundesamt verwaltet) liegen nur flächenaggregiert vor und sind deshalb nur durch Anwendung zusätzlicher Datenquellen (z.B. Fernerkundung: CORINE Landcover) und eigens für diesen Fall entwickelter mathematischer Modelle (beruhend auf gesetzlichen Vorgaben und Empirie) nutzbar. Die Bodenkohlenstoffvorratsschätzung wird derzeit an Hand von Bodenkarten, die das Bundesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe zur Verfügung stellt, vorgenommen, die Veränderungen dieser Vorräte infolge Nutzungsänderungen mittels aus der wissenschaftlichen Literatur durch multiple Regression 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. Zur Ermittlung der Emissionen aus der Kalkung von Böden wird auf Daten aus der Bundesdüngerstatistik über Inlandsverkäufe von Mineraldüngern, die Kalk und andere Nährstoffe enthalten, zurückgegriffen. Die Düngemittelwirtschaft ist durch eine gesetzliche Berichtspflicht zur Offenlegung ihrer Verkäufe verpflichtet.

Seit diesem Bericht wird die Flächenerhebung LULUCF betreffend durch die Nutzung eines digitalen Landschaftsmodells (B-DLM/ATKIS), welches die Bundesrepublik Deutschland flächenscharf und georeferenziert erfasst, vollständig und ohne Doppelzählungen auf jährlicher Basis vorgenommen. Projekte zur Verbesserung von Aktivitätsdaten, vor allem

aber zur Ermittlung landesspezifischer Emissionsfaktoren für Kohlenstoff und Stickstoff bzw. CO_2, CH_4 und N_2O, die seit 2008 zur Durchführung kommen, werden zu qualitativ hochwertigen Abschätzungen der Emissionen und Festlegungen (emissions/removals) für die Landnutzungskategorien Ackerland, Grasland, Feuchtgebiete, Siedlungen und andere Landnutzungen führen. Die Qualität der Ergebnisse des Inventars bezüglich der Neuberechnung der Ergebnisse für die Jahre 1990 - 1999 wird sich allerdings nicht in gleichem Maße verbessern, zum einen aufgrund der speziellen historischen Situation Deutschlands durch die Wiedervereinigung und zum anderen weil die Daten für das digitale Landschaftsmodell erst ab dem Jahr 2000 vorliegen.

1.4.1.6 Abfall und Abwasser

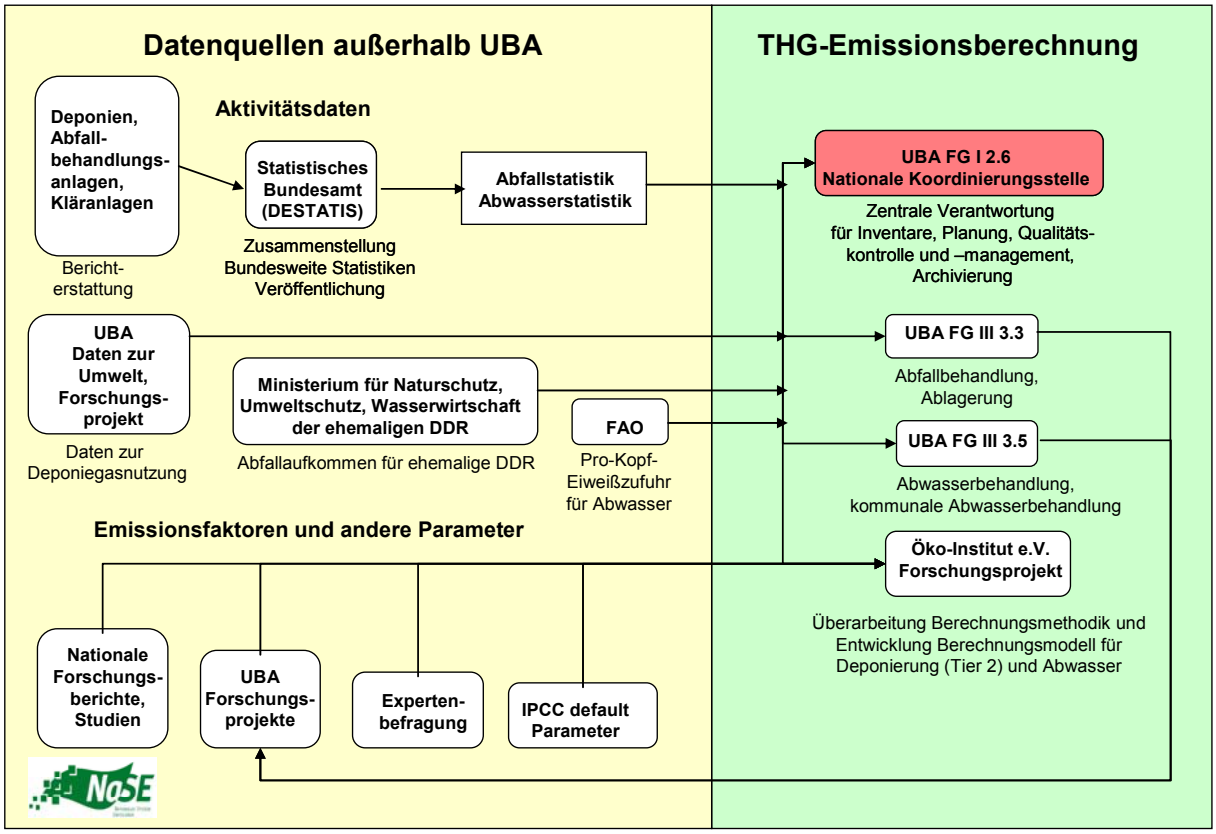


Abbildung 15: Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Abfall

Für die Berechnung der Emissionen aus dem Bereich Abfall ist bezüglich der Methodik und der Wahl der Parameter und Daten für die Berechnungen das Fachgebiet FG III 3.3 zuständig. Bei der Neuberechung 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 (Destatis) 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

Publikation „Daten zur Umwelt“, die regelmäßig vom UBA herausgegeben wird. Für 2001 wurde außerdem Daten aus einem aktuellen Forschungsvorhaben verwendet.

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.

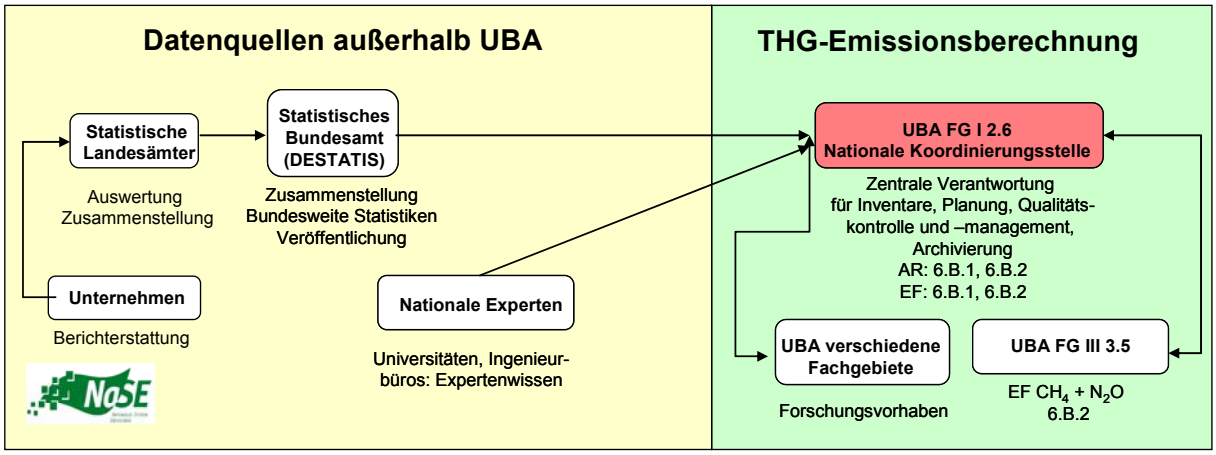


Abbildung 16: Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Abwasser

Für die Berechnung der Emissionen aus dem Bereich der industriellen Abwasser- und Schlammbehandlung (6.B.1) könnte bezüglich der Methodik und der Wahl der Parameter und Daten für die Berechnungen bisher kein zuständiges Fachgebiet ermittelt werden.

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 Fachgebiet FG III 3.5 zuständig.

Für die Aktivitätsdaten im Bereich Abwasser wird hauptsächlich auf veröffentlichte Daten des Statistischen Bundesamtes (Destatis) 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 wurden 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 Forschungsberichten, aus vom UBA direkt beauftragten Forschungsprojekten. Zudem wurden IPCC default Parameter genutzt. Zu einigen wenigen Parametern und methodischen Fragen (z.B. Auftreten von CH_4–Emissionen in aeroben Abwasserbehandlungsverfahren) wurden verschiedene Experten direkt befragt.

1.4.2 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 in den einzelnen Quellgruppe nach unterschiedlich detaillierten durch IPCC vorgegebene Berechnungsmethoden (engl. *Tier)*[16]. 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)

Mit Ausnahme der CO_2-Emissionen erfolgt die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich des Straßenverkehrs mit Hilfe des Modells TREMOD, dem ein bottom up Tier 2/3 Ansatz zugrunde liegt. Die Berechnung der CO_2-Emissionen erfolgt in Übereinstimmung mit den Angaben aus der Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland mit einem top down Ansatz im Tier 1 Verfahren.

Bei den Industrieprozessen werden für die Treibhausgase HFKW, FKW, SF_6 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.

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. welcher Tier zur Anwendung gekommen ist. Für die energiebedingten Aktivitätsdaten ist jedoch davon auszugehen, dass zumindest Tier 1 zur Anwendung gekommen ist. Auch für andere Bereiche wird sich die Eingruppierung von länderspezifisch auf IPCC-Tiers ändern, da die Methodenkonformität im Laufe des Jahres entweder festgestellt oder hergestellt wird.

1.5 Kurzbeschreibung der Hauptquellgruppen

Zur Festlegung der Hauptquellgruppen wurden die beiden Tier 1-Verfahren Level (für das Basisjahr und 2007) sowie Trend (für 2007 gegenüber dem Basisjahr) für die deutschen Treibhausgasemissionen angewendet. Es wurden entsprechend den IPCC-Vorgaben hierbei nicht nur die Emissionen aus Quellen sondern auch die Einbindung der Treibhausgase in Senken in den Analysen berücksichtigt. Dabei werden die Analysen jeweils zunächst nur für

16 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.

die Emissionen durchgeführt und in einem zusätzlichen zweiten Durchlauf die Einbindung der Treibhausgase in die Senken einbezogen. Alle festgelegten Hauptquellgruppen gehen auf das Jahr 2007 zurück – sie ergaben sich entweder durch die Levelanalyse 2007 oder die Trendbewertung.

Im Ergebnis wurden für das Jahr 2007 insgesamt 39 der untersuchten 116 Quell- bzw. Senkengruppen als Hauptquelle identifiziert. Nur 29 hiervon wurden gleichzeitig durch die Trend- und Levelanalysen als Hauptquellgruppe ermittelt. Zusätzlich wurden 6 Quellgruppen nur durch die Trend- bzw. 4 Quellgruppen nur durch die Levelanalyse als Hauptquellgruppe identifiziert. Dies ist in Tabelle 5 tabellarisch dargestellt. In der Kombination aller Ergebnisse der Analysen ergibt sich, dass insgesamt 94,7% der Treibhausgasemissionen (ohne LULUCF) des Jahres 2007 aus den Hauptquellgruppen freigesetzt wurden. Die identifizierten Hauptquellgruppen schließen unterschiedliche Anteile der einzelnen Treibhausgase an deren jeweiligen Gesamtemissionen (ohne LULUCF) ein: CO_2 (96,8 %), CH_4 (81,2 %), N_2O (73,3 %), HFC (100 %), PFC (36,8 %) sowie SF_6 (42,3 %).

Tabelle 5: Anzahl der Quellgruppen und Hauptquellgruppen

Quellgruppen		**116**	
			Hauptquellgruppen
nach Level	Level & Trend	Trend	
4	29	6	**39**

Eine Übersicht der Ergebnisse der Hauptquellgruppenanalyse ist in Tabelle 6 zusammengestellt. Detaillierte Darlegungen zur durchgeführten Hauptquellgruppen-Analyse sind im Anhang 1 (Kapitel 12) dieses Berichts zusammengestellt.

Tabelle 6: Hauptquellgruppen für Deutschland gemäß Tier 1-Ansatz

IPCC Source Categories	CRF	Activity	Emissions of	LEVEL Base year	LEVEL Base year (-sinks)	LEVEL 2007	LEVEL 2007 (-sinks)	TREND 2007	TREND 2007 (-sinks)	Emission baseyear	Emission 2007
1A1a Public electricity and Heat production	1A1a	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	335781,5	345672,7
1A1b. Petroleum Refining	1A1b	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	20005,9	22003,8
1A1c. Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	1A1c	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	59066,1	17851,6
1A2a. Manufacturing Industries and Construction Iron and Steel	1A2a	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	12577,9	5863,1
1A2f. Manufacturing Industries and Construction Other	1A2f	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	138312,0	80446,8
1A3b. Transport Road Transportation	1A3b	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	150358,3	144114,2
1A3c. Transport Railways	1A3c	all fuels	CO2					●	●	2879,3	1278,0
1A3d. Transport Navigation	1A3d	Diesel Oil	CO2					●	●	2049,8	531,1
1A3e. Transport Other Transportation	1A3e	all fuels	CO2	●	●					4302,3	3632,3
1A4a. Other Sectors Commercial/Institutional	1A4a	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	63949,6	35850,3
1A4b. Other Sectors Residential	1A4b	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	129474,0	85949,8
1A4c. Other Sectors Agriculture/Forestry/Fisheries	1A4c	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	10917,1	5727,8
1A5 Other Include Military fuel use under this category	1A5	all fuels	CO2	●	●			●	●	11797,8	1285,1
1B1a. Fugitive Emissions from Fuels Coal Mining and Handling	1B1a	Solid Fuels	CH4	●	●		●	●	●	18415,2	3982,3
1B1c. Fugitive Emissions from Fuels Other (Abandoned Mines)	1B1c	Solid Fuels	CH4					●	●	1806,8	73,8
1.B.2.b. (all) Fugitive Emissions from Fuels, Natural Gas	1B2b	Natural Gas	CH4	●	●	●	●		●	6781,5	6581,2
2A1. Mineral Products Cement Production	2A1		CO2	●	●	●	●	●	●	15145,8	14306,0
2A2. Mineral Products Lime Production	2A2		CO2	●	●	●	●			6135,0	5670,9
2B1. Chemical Industry	2B1	Ammonia production	CO2	●	●	●	●	●	●	4596,4	5200,5
2B2 Chemical Industry	2B2	Nitric Acid Production	N2O	●	●	●	●	●	●	4673,4	9555,2
2B3 Chemical Industry	2B3	Adipic Acid Production	N2O	●	●	●	●	●	●	18804,6	5623,5
2B5 Chemical Industry	2B5	Other	CO2	●	●	●	●	●	●	6869,8	10338,1
2C1. Metal Production Iron and Steel Production	2C1	Steel (integrated production)	CO2	●	●	●	●	●	●	48326,0	46243,6
2C3. Aluminium Production	2C3		PFC´s					●	●	1551,7	193,3

IPCC Source Categories	CRF	Activity	Emissions of	LEVEL Base year	LEVEL Base year (-sinks)	LEVEL 2007	LEVEL 2007 (-sinks)	TREND 2007	TREND 2007 (-sinks)	Emission baseyear	Emission 2007
2C4. SF6 Used in Aluminium and Magnesium Foundries	2C4		SF6					●	●	197,1	2355,4
2E. Production of Halocarbons and SF6	2E	production of HCFC-22	HFC´s		●			●	●	4218,5	198,7
2E. Production of Halocarbons and SF6	2E		PFC´s			●	●	●	●	2244,6	10892,1
2F. Industrial Processes	2F	Consumption of Halocarbons and SF6	PFC´s	●	●			●	●	6413,8	2894,8
4A.1. Enteric Fermentation	4A1a	Dairy Cattle	CH4	●	●	●	●			9603,9	7904,4
4A.1. Enteric Fermentation	4A1b	Non-Dairy Cattle	CH4	●	●	●	●	●		10755,3	7676,8
4D1. Agricultural Soils	4D1	Direct Soil Emissions	N2O	●	●	●	●	●	●	22889,3	20087,5
4D3. Agricultural Soils	4D3	Indirect Emissions	N2O	●	●	●	●			6693,4	5676,3
5.A Forest Land	5A		CO2	●		●		●		74399,5	79398,6
5.B Cropland	5B		CO2	●	●	●	●	●	●	28174,0	32613,9
5.C Grassland	5C		CO2	●	●	●	●	●	●	13057,0	14102,6
5.D Wetlands	5D		CO2						●	2230,2	2823,1
5.E Settlements	5E		CO2			●	●	●	●	1965,6	11881,4
6 A1 Managed Waste Disposal on Land	6 A1		CH4	●	●	●	●	●	●	35910,0	8211,0
6B Wastewater Handling	6B2	Domestic and Commercial Wastewater	CH4					●	●	2226,2	107,8

1.6 Informationen zum Qualitätssicherungs- und –kontrollplan sowie zum Inventarplan

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 zu überwachen.

Eine allgemeine Beschreibung der aufbau- und ablauforganisatorischen Organisation der Qualitätssicherung und -kontrolle findet sich in Kapitel 1.2.6. Dort sind auch die Prinzipien und Dokumente zur Steuerung und Dokumentation dieser Maßnahmen beschrieben.

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“ (Umweltbundesamt, 2005, unveröffentlicht) sind die Anforderungen hinsichtlich der Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle bei der Emissionsberichterstattung detailliert beschrieben. Qualitätsprüfungen, die während der Inventarerstellung erfolgen, bilden das Herzstück der im Handbuch gemachten Vorgaben und umfassen:

- 105 Einzelziele sowie 46 optionale Ziele
- 49 UBA-Mitarbeiter in unterschiedlichen funktionalen Rollen
- vier abgestufte, aufeinander aufbauende Prüfverfahren 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 Unsicherheitenschätzung zuständig sind.

Die rollenspezifischen QK-Prüfungen werden generell den allgemeinen Qualitätszielen (siehe Kapitel 17.2.1.10.3) und den einzelnen Prozessschritten (siehe Kapitel 1.3) 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 Auswertung der Checklisten zeigt Quellgruppen auf, die hinsichtlich der Erfüllung spezifischer Inventaranforderungen zu überprüfen und ggf. zu überarbeiten sind. Zu diesem Zweck werden sie um weiterführende Informationen ergänztDie überwiegende Mehrzahl aller identifizierten Prüfbedarfe werden in den verbindlichen Inventarplan überführt. Dieser wird haus- und ressortabgestimmt und anschließend in aggregierter Form veröffentlicht.

Der erste Inventarplan wurde mit der Berichterstattung 2007 veröffentlicht. Er bestand ausschließlich aus Inhalten, die mit Hilfe der QK-Checklisten identifiziert wurden. Gleichzeitig ist die Auswertung der Checklisten auf die Hauptquellgruppen der Emissionsberichterstattung beschränkt gewesen.

Inzwischen werden die Inhalte der QK/QS-Checklisten aller Quellgruppen ausgewertet. Sie werden ergänzt um die Auswertung der Ergebnisse der verschiedenen Reviewprozeduren der UNFCCC und der EU-Kommission. Der detaillierte Inventarplan umfasst eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen, die von unterschiedlichen Rollen des QSE (FV, QKV, FAP, ZSEK, QSEK und NaSEK; siehe Rollenkonzept des QSE Kapitel 1.2.6.2) und den in die Emissionsberichterstattung eingebundenen Bundesministerien Deutschlands (siehe Kapitel 1.2.4.5) umzusetzen sind. In der Tabelle kann aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht nach

Zuständigkeitsbereichen (z.B. Ressorts, 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 7 dargestellten übergeordneten Maßnahmen zusammengefasst. Der Inventarplan wird in einem fortlaufenden Prozess regelmäßig aktualisiert.

Im Zuge der Umsetzung der Maßnahmen des Inventarplans konnte mittlerweile ein Großteil enthaltenen Einzelmaßnahmen bearbeitet und damit aufgelöst werden.

Tabelle 7: Inventarplan 2009

Planung zur Inventarverbesserung / Handlungsbedarf	Kategorie (CRF-Code)
Überprüfung, ob die Anforderungen der IPCC-Good Practice Guidance an die Auswahl der Berechnungsmethode und die Verfahren bei vorliegendem Methodenwechsel erfüllt sind.	1.A.3.a, 1.C.1.a, 2.B.1-2, 2.E.3, 2.F.6, 2.F.8, 3.A-D, 4, 5
Überprüfung, ob die Hinweise aus den Inventarüberprüfungen berücksichtigt werden konnten.	Alle, 1, 2, 4, 4.A, 4.B, 4.D, 5, 5.A, 5.B, 5.C
Überprüfung, ob Lücken in der Datenverfügbarkeit für Zeitreihe(n) ab 1990 vorliegen.	1.A.3.b-c, 6.B.2
Überprüfung, ob die AR plausibel und vollständig sind (ohne Fehlstellen und vollständig dokumentiert).	1.B.1, 4, 5
Überprüfung, ob die EF plausibel und vollständig sind (ohne Fehlstellen und vollständig dokumentiert).	1.A.1b, 4.B(b), 5.C.2
Überprüfung, ob die Quellgruppe vollständig durch die Datenquelle abgedeckt wird und die Datenzuschnitte der EF und AR übereinstimmen.	1.A.2.d, 1.A.3.c+e, 2.D.1, 2.F.1
Überprüfung, ob die Unsicherheiten ermittelt wurden und vollständig sind.	1.A.1, 1.A.2, 1.A.3, 1.A.4.c.ii, 1.A.5.b, 1.B.1, 1.C.1, 2.A.5, 2.C.2, 2.D.1, 2.F.1, 4.A, 4.D, 5, 6.B.2
Überprüfung, ob Rekalkulationen durchzuführen sind. Falls dies der Fall ist, sind sie nachvollziehbar zu dokumentieren.	1.A.2.d, 2.D.1
Überprüfung, ob die Anforderungen an die Datenkonsistenz erfüllt werden und die jeweiligen Unterlagen vollständig und nachvollziehbar sind.	1.A.1, 1.A.2.f, 1.A.3.b-e, 1.A.4.c.ii, 1.B, 2.B.2, 2.C.1+4, 2E-F, 4.A, 4.D, 5.A.2, 5.B.1, 5.C.1, 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, 1.A.2.a+f, 1.A.3, 1.A.4, 1.A.4.c.ii, 1.A.5, 1.C.1, 2.A.5-6, 2.C.1-2, 4.A., 4.D, 6.B.2
Überprüfung, ob Dateneingaben in das ZSE richtig im Sinne einer fehlerfreien Eingabe von Zahlen, Einheiten, Umrechnungsfaktoren und korrekter Einbindung sind.	1.A.3.b-c+e, 1.A.4.c.ii, 1.A.5.b, 1.B.1, 1.C1, 2.A.5-6, 2.D.1, 2.F.1, 4.A, 4.D, 6.B.2
Überprüfung, ob die Quellgruppe für den NIR entsprechend der geforderten sechs Unterkapitel des NIR ("Beschreibung der Quellgruppe", "Methodische Aspekte" etc.) vollständig und nachvollziehbar beschrieben ist.	1.A.1, 1.A.2, 1.A.2d+f, 1.A.3.a-c+e, 1.A.4.c.ii, 1.A.5.b, 1.B.2, 2.C.2-3, 2.F.6, 6.B.2
Überprüfung, ob die geforderten Aufzeichnungs- und Dokumentationspflichten erfüllt werden und die jeweiligen Unterlagen vollständig und nachvollziehbar sind.	1.A, 1.A.1-2, 1.A.3.a+c+e, 1.A.4, 1.A.5.b, 1.B.1, 1.C.1, 2.A.5-6, 2.C.2, 2.F.6, 5, 6.A.1, 6.B.2, 6.D
Überprüfung, ob die verwendeten Datenquellen(n) langfristig verfügbar sind.	1.A, 2.A.2, 2.A.7, 2.B.4, 2.C.1-2, 2.C.4, 2.E, 2.F.1-5, 2.F.8, 4.A, 4.D, 5
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, 1.A.1-3, 1.A.4.c, 1.B.2, 1.C.1, 2.A.5-6, 4, 5
Handlungsbedarfe unterschiedlichen Inhalts.	2.C.4-5, 2.E
Überprüfung ob Zuständigkeiten aktualisiert werden müssen.	1.A.2.f, 1.B, 2.A.1-2+5-7

Seit der Berichterstattung 2006 werden die Inventare in dem vom Klimasekretariat bereitgestellten CRF-Reporter übermittelt. Für das Inventar 2008 wurde die Software-Version 3.2 vom 13. Juni 2007 verwendet. Wie auch die vorhergehenden Versionen beinhaltet auch diese Version variierende Programmierfehler. Eine Zusammenstellung der identifizierten Programmierfehler wurde mit der Inventarberichterstattung 2008 an UNFCCC übermittelt. Aufgrund der bestehenden Softwarefehler können für einige Quellgruppen Probleme hinsichtlich der Datenvalidität nicht ausgeschlossen werden.

Die Eingabe erfordert 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.

1.7 Generelle Unsicherheitenschätzung

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 vor, so dass dann im Rahmen der Tier-1-Berechnung eine Ergänzung dieser Angaben aus anderen Quellen erfolgt.

1.7.1 Vorgehen zur Unsicherheitsbestimmung nach Tier 1, Kap 6 der GPG

Die Ermittlung der Unsicherheiten nach Tier 1 gemäß Kap. 6 der GPG erfolgt auf der Grundlage der auf Strukturelementebene - im wesentlichen durch die Fachverantwortlichen des UBA - ermittelten Unsicherheiten von AR, EF und EM, wie sie im ZSE hinterlegt sind. Bei vorliegenden asymmetrischen Unsicherheitenangaben wird der größere der beiden Werte bei Annahme einer Normalverteilung sowohl als obere als auch als untere Schranke verwendet. In jedem Sektor werden die Unsicherheiten der einzelnen Zeitreihen zu einer Gesamtunsicherheit des Sektors 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| / Summe |D|). Diese Anpassungen in der Kombination von Unsicherheiten von Senken über die Berücksichtigung von deren Absolutwerten ist für einen Teil des Rückgangs der Gesamtunsicherheit im Inventar verantwortlich (ca. 2 %).

1.7.2 Ergebnisse der Unsicherheitenschätzung

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Aktivitätsraten in der Regel 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 andern sind die diffusen Emissionen von CH_4 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. Für die Emissionsfaktoren ist aufgrund der erheblichen technologischen Diversifizierung der Branche 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 Abfalldeponierung, da sich dort die Vielfalt der verschiedenen Abfallarten negativ auf die Datensicherheit der Emissionsparameter auswirkt. Die Aktivitätsraten sind ebenfalls überdurchschnittlich 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 2007 beträgt +/-9,7 % (level). Die Lachgasemissionen haben daran mit etwas über 50 % einen maßgeblichen Anteil und darin dominiert der Beitrag des Sektors Landwirtschaft: Landwirtschaftliche Böden (4.D) mit rund 35%. Bedeutsame Beiträge zur Gesamtunsicherheit liefern ebenso die CO_2-Senken des Sektors LULUCF: Wälder (5.A) mit etwa 25% und die CO_2-Emissionen aus LULUCF: Ackerland (5.B) mit fast 10%. Die CO_2-Emissionen des Sektors Verbrennung von Brennstoffen (1.A) steuern mit rund 9% % einen weiteren wichtigen Anteil zur Gesamtunsicherheit bei. Dabei dominieren die festen Brennstoffe des Sektors Öffentliche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung (1.A.1.a) sowie die Feuerungen der Haushalte und Kleinverbraucher (1.A.4.a/b). Weitere erwähnenswerte Einzelbeiträge liefern die Quellgruppen LULUCF: Grünland (5.C) mit 4,4% (CO_2) sowie Siedlungen (5.E) mit 3,7% (CO_2), Diffuse Emissionen aus Brennstoffen (1.B) mit beinahe 3 % (CH_4) und Chemische Industrie (2.B) mit 2,1% (N_2O). Die Trend-Unsicherheit des Inventars beträgt 13%; auch hierfür sind die Lachgasemissionen aus Landwirtschaftlichen Böden (4.D) und die CO_2-Senken (5.A) maßgeblich verantwortlich.

Die hohen Unsicherheiten für N_2O sowohl aus den Expertenschätzungen als auch aus den Werten der IPCC-Guidelines haben insbesondere auf den Maximalwert der Unsicherheit des Gesamtinventars einen großen Einfluss. Daraus leitet sich auch weiterhin für die nächsten Berichtsrunden die Notwendigkeit der Verbesserung der Datengrundlage für diesen Schadstoff in den Sektoren Landwirtschaft, LULUCF und Industrieprozesse ab.

Detaillierte Angaben zu den vorliegenden Unsicherheiten können dem Anhang 7 entnommen werden (siehe Kapitel 18).

1.8 Generelle Prüfung der Vollständigkeit

Angaben zur Vollständigkeit für die einzelnen Quellkategorien werden in den CRF-Tables 9(a) und 9(b) dargestellt. 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.

Im Bereich der Landwirtschaft liegen Erhebungen zu Managementsystemen in der Tierhaltung aus einem Forschungsvorhaben für die Vergangenheit vor, es wird jedoch, um die Vollständigkeit und Konsistenz des Inventars auch in Zukunft gewährleisten zu können eine periodisch erhobene repräsentative Datenerfassung angestrebt.

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

Als Ergänzung zur systematischen Überprüfung der Vollständigkeit der nationalen Emissionsdaten, wurden im Rahmen des FE-Vorhabens 201 42 258 die Inventarangaben anderer Länder in der Rubrik andere Quellen analysiert (ÖKO-INSTITUT, 2004a). Diese Untersuchung sollte Aufschluss darüber geben, ob andere Länder über Quellgruppen berichten, die auch in Deutschland emissionsrelevant sind, um ggf. die deutschen Inventare an dieser Stelle zu erweitern. Die Ergebnisse dieser Analyse zeigen, dass insbesondere im

Bereich der Industrieprozesse die systematische Überprüfung auf Vollständigkeit erweitert werden sollte.

Im Rahmen eines Forschungsprojekts der deutschen Emissionshandelsstelle (DEHSt) unter Beteiligung der Nationalen Koordinierungsstelle (FKZ 205 41 521) wurden im Jahre 2006 die methodischen Aspekte der Nutzung der Daten des Europäischen Emissionshandels (EU-ETS) für die nationale Klimaschutzberichterstattung untersucht. Zentrales Ergebnis war die Erstellung von Zuordnungsregeln der Daten der verifizierten Emissionsberichte zur Struktur der Inventardatenbank ZSE, die mit den ETS-Daten des Jahres 2006 erstmals während der Inventarerstellung angewendet wurden. Die Daten aus dem Monitoring des Emissionshandels können nicht direkt zur Inventarerstellung genutzt werden. Sie können jedoch zur Verifizierung einzelner Quellgruppen und Identifikation von Fehlstellen oder methodischen Fehlern genutzt werden. Für das Inventar 2009 wurden keine Fehlstellen identifiziert, Verifizierungen und Korrekturen in einzelnen Quellgruppen finden sich in den spezifischen Kapiteln.

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.

2 TRENDS DER TREIBHAUSGASE

In der folgenden Tabelle 8 werden die für dieses Inventar ermittelten Gesamtemissionen der direkten und indirekten Treibhausgase sowie des Säurebildners SO_2 zusammengestellt. Im Ergebnis der Überprüfung[17] des Initial Reports und der Berichterstattung des Jahres 2006 entsprechend Artikel 8 des Kyoto-Protokolls sind – unabhängig von weiteren möglichen Verbesserungen der Datengrundlagen – die Bezugsgröße in Höhe von 1.232.429,543 Gg CO_2-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 21 %. Der gegenüber 1990 erreichte jährliche Fortschritt wird in der Tabelle 9 im zeitlichen Verlauf abgebildet. Mit Ausnahme der HFC und von C_3F_8 konnten bei allen hier berechneten Emissionen deutliche Emissionsminderungen erreicht werden. Insgesamt sanken die Emissionen der Treibhausgase als CO_2-Äquivalente gegenüber der vorgenannten Bezugsgröße um 22,4 %. Gegenüber dem Vorjahr 2006 gingen die Gesamtemissionen stark zurück (Rückgang um 2,44 %). Dabei standen einem durch gesunkenen Energieverbrauch verursachte Verringerung der CO_2-Emissionen um fast 3 % sowie Minderungen der Methanemissionen von 3,5 % höheren Emissionen von Lachgas mit + 5,5 % und den F-Gasen mit + 3,6 % gegenüber. Bei Methan sind die deutlich gestiegene Verwertung von Grubengas sowie die weiter sinkenden Emissionen aus dem Abfallbereich Hauptursache der Entwicklung.

In Tabelle 10 werden für den Zeitraum seit 1990 die jeweiligen Emissionsveränderungen gegenüber dem Vorjahr zusammengestellt. Für CO_2 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 mit großen Auswirkungen auf den jährlichen Trend der energiebedingten Emissionen beeinflussen.

[17] "Report of the review of the initial report of Germany", FCCC/IRR/2007/DEU, vom 12. Dezember 2007 veröffentlicht unter: http://unfccc.int/national_reports/initial_reports_under_the_kyoto_protocol/items/3765.php

Tabelle 8: Emissionen von direkten und indirekten Treibhausgasen und SO_2 in Deutschland seit 1990

Emissionsentwicklung (Gg)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Netto-CO_2-Emissionen/ -Einbindungen	1.007.274	968.831	919.578	909.356	893.862	891.748	913.798	882.513	875.313	848.085	851.528	879.883	864.099	869.250	855.900	829.106	850.787	824.362
CO_2-Emissionen (ohne LULUCF)	1.035.580	997.578	949.612	939.575	924.611	922.660	944.887	914.328	907.118	880.349	883.683	901.309	886.404	889.010	879.935	851.708	867.021	841.152
CH_4	97.805	92.470	88.631	88.220	83.153	79.983	77.083	73.306	68.222	67.580	63.834	60.581	57.025	53.000	48.777	46.223	44.103	42.552
N_2O	70.019	67.344	68.561	65.880	67.510	66.877	68.264	65.339	52.047	48.259	48.368	50.422	49.906	51.989	54.658	56.132	52.948	55.878
HFCs (CO_2-äquivalent)	4.369	4.013	4.190	6.160	6.329	6.463	5.843	6.380	6.950	7.192	6.471	7.880	8.784	8.615	9.224	9.978	10.516	11.098
PFCs (CO_2-äquivalent)	2.708	2.333	2.102	1.961	1.650	1.750	1.714	1.368	1.471	1.240	781	717	787	849	820	707	569	528
SF_6 (CO_2-äquivalent)	4.785	5.118	5.634	6.405	6.993	7.220	6.932	6.905	6.705	5.314	5.082	4.950	4.241	4.384	4.559	4.898	5.510	5.567
CO	12.182	9.954	8.609	7.797	6.848	6.687	6.279	6.140	5.732	5.361	5.080	4.823	4.533	4.319	4.100	3.812	3.793	3.763
NMVOC	3.759	3.197	2.924	2.685	2.206	2.091	1.999	1.958	1.915	1.760	1.593	1.499	1.423	1.351	1.355	1.334	1.298	1.280
NO_X	2.863	2.636	2.474	2.362	2.217	2.122	2.036	1.954	1.903	1.872	1.803	1.720	1.624	1.551	1.487	1.403	1.364	1.294
SO_2	5.311	3.921	3.197	2.853	2.386	1.712	1.444	1.200	958	783	626	624	579	556	530	510	514	494

Tabelle 9: Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO_2 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
Netto-CO_2-Emissionen/ -Einbindungen	0,0	-3,8	-8,7	-9,7	-11,3	-11,5	-9,3	-12,4	-13,1	-15,8	-15,5	-12,6	-14,2	-13,7	-15,0	-17,7	-15,5	-18,2
CO_2-Emissionen (ohne LULUCF)	0,0	-3,7	-8,3	-9,3	-10,7	-10,9	-8,8	-11,7	-12,4	-15,0	-14,7	-13,0	-14,4	-14,2	-15,0	-17,8	-16,3	-18,8
CH_4	0,0	-5,5	-9,4	-9,8	-15,0	-18,2	-21,2	-25,0	-30,2	-30,9	-34,7	-38,1	-41,7	-45,8	-50,1	-52,7	-54,9	-56,5
N_2O	0,0	-3,8	-2,1	-5,9	-3,6	-4,5	-2,5	-6,7	-25,7	-31,1	-30,9	-28,0	-28,7	-25,7	-21,9	-19,8	-24,4	-20,2
HFCs (CO_2-äquivalent)						0,0	-9,6	-1,3	+7,5	+11,3	+0,1	+21,9	+35,9	+33,3	+42,7	+54,4	+62,7	+71,7
PFCs (CO_2-äquivalent)						0,0	-2,1	-21,8	-15,9	-29,1	-55,3	-59,0	-55,0	-51,5	-53,1	-59,6	-67,5	-69,8
SF_6 (CO_2-äquivalent)						0,0	-4,0	-4,4	-7,1	-26,4	-29,6	-31,4	-41,3	-39,3	-36,9	-32,2	-23,7	-22,9
Entwicklung der Gesamt-THG-Emissionen und -Einbindungen																		
Gesamt-Emissionen gegen EU Lastenverteilung[18]	-1,4	-5,2	-9,2	-10,1	-11,5	-12,0	-10,4	-13,4	-15,4	-18,1	-18,2	-16,8	-18,3	-18,2	-19,0	-21,3	-20,4	-22,4
CO	0,0	-18,3	-29,3	-36,0	-43,8	-45,1	-48,5	-49,6	-53,0	-56,0	-58,3	-60,4	-62,8	-64,5	-66,3	-68,7	-68,9	-69,1
NMVOC	0,0	-15,0	-22,2	-28,6	-41,3	-44,4	-46,8	-47,9	-49,1	-53,2	-57,6	-60,1	-62,1	-64,1	-63,9	-64,5	-65,5	-66,0
NO_X	0,0	-7,9	-13,6	-17,5	-22,6	-25,9	-28,9	-31,8	-33,5	-34,6	-37,0	-39,9	-43,3	-45,8	-48,1	-51,0	-52,4	-54,8
SO_2	0,0	-26,2	-39,8	-46,3	-55,1	-67,8	-72,8	-77,4	-82,0	-85,3	-88,2	-88,3	-89,1	-89,5	-90,0	-90,4	-90,3	-90,7

[18] Festgelegte Basisjahr-Emissionen von 1.232.430 Gg CO_2 äquivalent, s. Kapitel 0.2

Tabelle 10: Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO_2 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
Netto-CO_2-Emissionen/ -Einbindungen	0,0	-3,8	-5,1	-1,1	-1,7	-0,2	+2,5	-3,4	-0,8	-3,1	+0,4	+3,3	-1,8	+0,6	-1,5	-3,1	+2,6	-3,1
CO_2-Emissionen (ohne LULUCF)	0,0	-3,7	-4,8	-1,1	-1,6	-0,2	+2,4	-3,2	-0,8	-3,0	+0,4	+2,0	-1,7	+0,3	-1,0	-3,2	+1,8	-3,0
CH_4	0,0	-5,5	-4,2	-0,5	-5,7	-3,8	-3,6	-4,9	-6,9	-0,9	-5,5	-5,1	-5,9	-7,1	-8,0	-5,2	-4,6	-3,5
N_2O	0,0	-3,8	+1,8	-3,9	+2,5	-0,9	+2,1	-4,3	-20,3	-7,3	+0,2	+4,2	-1,0	+4,2	+5,1	+2,7	-5,7	+5,5
HFCs (CO_2-äquivalent)	0,0	-8,1	+4,4	+47,0	+2,8	+2,1	-9,6	+9,2	+8,9	+3,5	-10,0	+21,8	+11,5	-1,9	+7,1	+8,2	+5,4	+5,5
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	+9,7	+7,8	-3,4	-13,9	-19,4	-7,3
SF_6 (CO_2-äquivalent)	0,0	+7,0	+10,1	+13,7	+9,2	+3,3	-4,0	-0,4	-2,9	-20,7	-4,4	-2,6	-14,3	+3,4	+4,0	+7,4	+12,5	+1,0
Entwicklung der Gesamt-THG-Emissionen und -Einbindungen																		
Gesamt-Emissionen / -Einbindungen inkl. LULUCF	0,0	-3,9	-4,5	-1,0	-1,7	-0,5	+1,9	-3,5	-2,4	-3,3	-0,2	+2,9	-2,0	+0,3	-1,4	-2,8	+1,8	-2,5
Gesamt-Emissionen ohne CO_2 aus LULUCF	0,0	-3,8	-4,3	-0,9	-1,6	-0,5	+1,8	-3,4	-2,4	-3,1	-0,2	+1,7	-1,8	+0,1	-1,0	-2,8	+1,1	-2,4
CO	0,0	-18,3	-13,5	-9,4	-12,2	-2,4	-6,1	-2,2	-6,7	-6,5	-5,2	-5,1	-6,0	-4,7	-5,1	-7,0	-0,5	-0,8
NMVOC	0,0	-15,0	-8,5	-8,2	-17,8	-5,2	-4,4	-2,1	-2,2	-8,1	-9,5	-5,9	-5,0	-5,1	+0,3	-1,6	-2,7	-1,4
NO_X	0,0	-7,9	-6,1	-4,5	-6,1	-4,3	-4,1	-4,0	-2,6	-1,6	-3,7	-4,6	-5,6	-4,5	-4,1	-5,6	-2,8	-5,1
SO_2	0,0	-26,2	-18,5	-10,8	-16,4	-28,2	-15,7	-16,9	-20,2	-18,2	-20,0	-0,4	-7,2	-3,9	-4,7	-3,8	+0,8	-4,0

2.1 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs für aggregierte Treibhausgasemissionen

Bis zum Jahr 2007 konnte die eingangs beschriebene Verpflichtung zur Minderung der Treibhausgasemissionen im Rahmen der EU-Lastenteilung mit einem Rückgang von 22,4 % bereits erfüllt werden. Die einzelnen Treibhausgase trugen dabei in unterschiedlichem Maß zu dieser Entwicklung bei (siehe Tabelle 1). Dies ist bei der Berücksichtigung der unterschiedlichen Anteile der einzelnen Treibhausgase an der Gesamtemission eines Jahres auch nicht verwunderlich. Bei den direkten Treibhausgasen konnten die Emissionen der mengenmäßig dominierenden Gase deutlich gemindert werden, so sanken die CO_2-Emissionen um 18,8 % und die CH_4- und um 56,5 %. Die Ursachen für diese Reduktionen sind im Wesentlichen in fünf Bereichen zu sehen:

Der klimatologische Winter 2006/2007 war durch eine ungewöhnlich milde Witterung gekennzeichnet. Dies führt zu einem erheblich geringeren Einsatz von Heizenergie. Auch der Dezember 2007 war im Durchschnitt etwas milder als die Witterung der internationalen klimatologischen Referenzperiode 1961-90 (MÜLLER-WESTEMEIER u.a., 2008: S. 35). Einen ebenso wesentlichen Einfluss hatte die Erhöhung der Mehrwertsteuer von 16% auf 19% zum 01.01.2007. Sie führte dazu, dass Brennstoffkäufe in das Jahr 2006 vorverlagert wurden. Beide Ursachen sind aber als Einmal-Effekte zu verstehen, die in den Folgejahren nicht mehr gegeben sein werden.

Ein weiterer wesentlicher Faktor sind methodische Umstellungen in den Bereichen Landwirtschaft und Flugverkehr. Im Bereich Landwirtschaft wird mit dem diesjährigen Inventar die Berichterstattung erstmalig komplett auf die IPCC 2006 Guidelines umgestellt. Im Bereich Flugverkehr wurden in der diesjährigen Berichterstattung erstmalig ein verbesserter Splitfaktor zwischen nationalem und internationalem Flugverkehr angewandt. Beide Umstellungen führten zu methoden-bedingten Reduktionen der Emissionen. Demgegenüber hat die erstmalige Berichterstattung von indirekten CO_2-Emissionen aus der Lösemittelproduktion einen steigernden Einfluss auf die Trendentwicklung gehabt.

Letztlich hat auch der Ausbau der Erneuerbaren Energien, als einzige nachhaltige beeinflussbare Ursache wesentlich zur Erfüllung der Emissionsreduktionsverpflichtung beigetragen.

Neben diesen wesentlichen Effekten sind die Reduktionen aber auch in einem ganzen Bündel von Maßnahmen begründet, die u.a. durch den Ausbau der Erneuerbaren Energien, Brennstoffumstellungen, gesteigerte wirtschaftliche Effektivität, Veränderung von Tierhaltungsbedingungen und Abbau von Tierbeständen charakterisiert sind. Die Ursachen werden nachfolgend in der Trenddiskussion der einzelnen Treibhausgase näher ausgeführt.

Mit einem Anteil von 87,9 % der Treibhausgasemissionen ist die Freisetzung von Kohlendioxid - weit überwiegend bestimmt durch die Prozesse der stationären und mobilen Verbrennung - Hauptverursacher der Emissionen. Durch den überdurchschnittlichen Rückgang der anderen Treibhausgase ist der Anteil der CO_2-Emissionen an den Gesamttreibhausgasen seit 1990 um knapp 3 Prozentpunkte gestiegen (s. Tabelle 2). Die überwiegend durch die landwirtschaftliche Tierhaltung, die Brennstoffverteilung und die Deponieemissionen verursachten Methanemissionen haben 2006 einen Anteil von 4,4 %. Die Distickstoffoxid-Emissionen, die hauptsächlich durch die Landwirtschaft, die Industrieprozesse und den Verkehr freigesetzt werden, tragen zu 5,8 % zu den

Treibhausgasfreisetzungen bei. Die übrigen so genannten Kyoto- oder F-Gase verursachen insgesamt etwa 1,8 % der Gesamttreibhausgasemissionen. Dieses Verteilungsspektrum der Treibhausgasemissionen ist typisch für ein entwickeltes hoch industrialisiertes Land.

2.2 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs nach Treibhausgasen

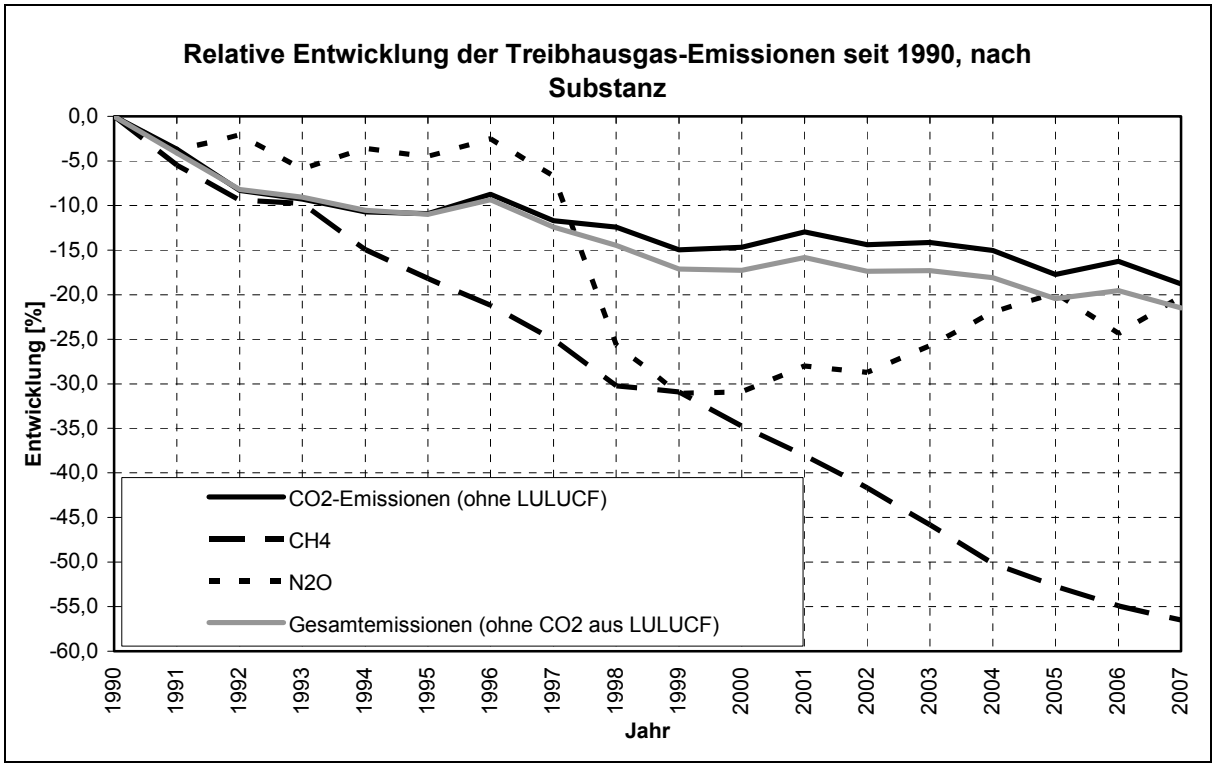


Abbildung 17: Relative Entwicklung der Treibhausgase gegenüber 1990

In Abbildung 17 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 (CO_2)

Die Minderung der CO_2-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 CO_2-Emissionen der festen Energieträger im Vergleich zum Jahr 1990 um 35,6 % abnehmen, die der flüssigen Brennstoffe sogar um 39,4 %, steigen die Emissionen aus der Verbrennung von gasförmigen Brennstoffen um 44,9 %.

Wird der Emissionstrend auf Quellgruppenebene betrachtet, so fällt die Entwicklung sehr unterschiedlich aus. Während es in den Sektoren: Verarbeitendes Gewerbe, übrige Feuerungsanlagen und Militär, sowie der Herstellung fester Brennstoffe zu einer sehr deutlichen Emissionsminderung von insgesamt 194 Mio t CO_2 kommt, steigen im Bereich der öffentlichen Strom- und Wärmeerzeugung die CO_2-Emissionen seit dem Jahr 1999 wieder leicht an.

Bereits seit Mitte der 90er Jahre führte ein geändertes statistisches Meldeverhalten bei einer Reihe von Anlagen dazu, dass Brennstoffeinsätze, die zuvor den Quellgruppen „Herstellung von festen Brennstoffen und sonstige Energieerzeuger“ (1.A.1.c) und „Verarbeitendes Gewerbe – Sonstige“ (1.A.2.f) zugeordnet waren, jetzt in der Quellgruppe „Öffentliche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung“ (1.A.1.a) berichtet werden. Dadurch kam es zur Verschiebung von CO_2-Emissionen aus dem Industrie- in den öffentlichen Sektor. Im Verhältnis zum erhöhten Stromverbrauch fällt der Anstieg der CO_2-Emissionen um 9,9 Mio t vergleichsweise moderat aus. Als Gründe dafür sind im Wesentlichen eine weitere Erhöhung der Energieeffizienz, der Ausbau von Kraft-Wärme-Kopplung sowie der verstärkte Einsatz erneuerbarer Energieträger zur Strom- und Wärmeerzeugung zu nennen.

Im Bereich der Raffinerien kommt es aufgrund von Kapazitätserhöhungen im Vergleich zum Jahr 1990 ebenfalls zu einer leichten Emissionserhöhung um rund 2 Mio t CO_2.

Vergleichbare Entwicklungen haben sich auch im Verkehrsbereich vollzogen. Die CO_2-Emissionen stiegen von 165 Mio. t im Jahr 1990 auf knapp 187 Mio. t im Jahr 1999 und fielen seitdem durch Verbrauchssenkungen und Verlagerung von Tankvorgängen ins Ausland sowie die Substitution von Benzin durch Diesel und von mineralischem Diesel durch Biodiesel mit 153 Mio. t deutlich unter das Ausgangsniveau. Der Anteil von Dieselkraftstoff am Gesamtkraftstoffverbrauch im Straßenverkehr ist im Zeitraum 1990-2007 stark gestiegen. So wurden im Straßenverkehr 1990 die Emissionen noch zu fast 2/3 durch den Benzinverbrauch verursacht. Im Jahr 2007 hat sich das Verhältnis zwischen den durch Benzin- (44,5 %) bzw. Dieselverbrauch (55 %) verursachten Emissionen umgekehrt.

Gegenüber dem Vorjahr sanken die Gesamtemissionen 2007 insbesondere durch die in Kapitel 2.1 genannten Effekte.

2.2.2 Lachgas (N_2O)

Die N_2O-Emissionen sanken im betrachteten Zeitraum um über 20 %. Hauptverursacher sind die Anwendung stickstoffhaltiger Dünger in der Landwirtschaft, die chemische Industrie, stationäre und mobile Verbrennungsprozesse und die landwirtschaftliche Tierhaltung. Vergleichbar geringere Emissionen entstehen durch die Abwasserbehandlung und die Produktverwendung von N_2O (z.B. als Narkosemittel). Den deutlichsten Einfluss auf die Emissionsminderung hat der Industriebereich, und hier insbesondere die Adipinsäureproduktion. Hier haben die in Deutschland tätigen Produzenten im Jahr 1997 die Nachrüstung der Produktion mit Anlagen zur Emissionsminderung abgeschlossen. Hierdurch wurden die Emissionen aus der Chemischen Industrie bezogen auf 1990 um über 51 % gemindert. Die Emissionsentwicklung seit 1999 wird stark durch die konjunkturelle Entwicklung in der chemischen Industrie beeinflusst.

2.2.3 Methan (CH_4)

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 56,5 % vermindert werden. Dieser Trend wurde hauptsächlich im Ergebnis umweltpolitischer Maßnahmen (grüner Punkt, gelber Sack, insgesamt verstärktes Recycling und zunehmende energetische Verwertung der Abfälle) durch den Rückgang der zur Deponierung vorgesehenen 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 fast 78 %. 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 Einführung der Gaspendelung bei der Verteilung der Kraftstoffe bewirkten weitere Minderungen der Gesamtemissionen. Gegenüber dem Vorjahr sanken die Emissionen 3,5 %. Diese Entwicklung geht auf die weiter gestiegene Nutzung von Grubengas für energetische Zwecke und den weiteren Rückgang der Deponieemissionen zurück.

2.2.4 F-Gase

In Abbildung 18 werden die Emissionsverläufe der sogenannten F-Gase im Zeitraum 1995-2007 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 SF_6-Emissionen bis 2003 geht in erster Linie auf die seit Mitte der 90er Jahre auslaufende Anwendung in Autoreifen zurück. Hier hat eine erfolgreiche Umweltaufklärung eine Emissionssenkung um über 100 t bewirkt und die Treibhausgasemissionen um 2,5 Mio. t CO_2-Äquivalente gesenkt. Vergleichbares gilt für Schallschutzscheiben, in denen SF_6 bei der Herstellung gegenüber 1995 fast auf Null reduziert wurde. 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. Der Anstieg der Gesamt SF_6-Emissionen in den letzten Jahren ist auf den Einsatz von reinem SF_6 in der Aluminiumproduktion zurückzuführen, in den 90er Jahren wurde es hier nur als Zusatzstoff eingesetzt. Weitere Gründe für den Anstieg sind die zunehmende Entsorgung von Schallschutzscheiben und die verstärkte Nutzung von SF_6 in der Solarzellenproduktion.

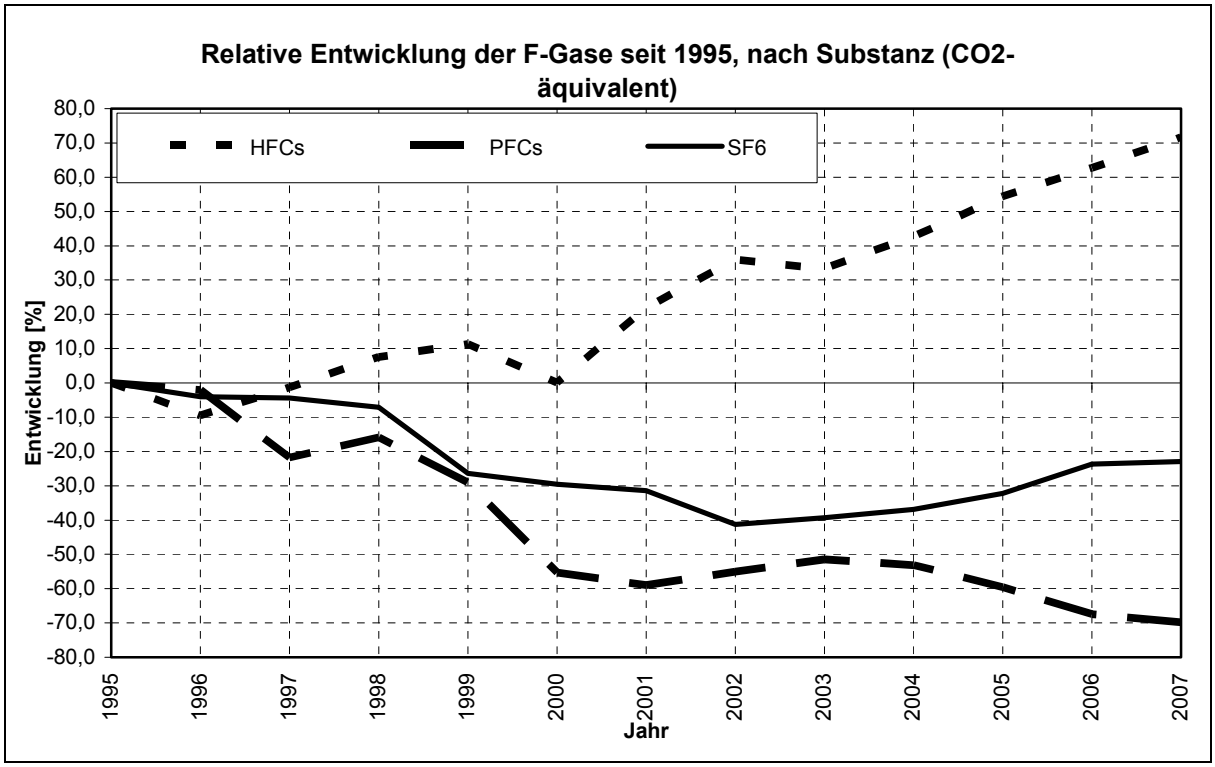


Abbildung 18: Relative Entwicklung der F-Gase gegenüber 1995

2.3 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs nach Quellkategorien

Die rückläufigen Emissionen im Energiebereich sind von den verbrennungsbedingten Emissionen her durch die in stationären und mobilen Feuerungsanlagen verursachten CO_2-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.) genau anders herum dar. Hier sind die CO_2-Emissionen zu vernachlässigen, während die Emissionsentwicklung deutlich durch die Verteilung flüssiger und gasförmiger Brennstoffe verursachten CH_4-Emissionen geprägt wird. Insgesamt nahmen die energiebedingten Emissionen aller Treibhausgase seit 1990 um über 21 % 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.

Der Bereich der Emissionen aus den Industrieprozessen wird von den Schadstoffen Kohlendioxid und Lachgas dominiert. Relativ auffällige Änderungen bei den Emissionen von F-Gasen haben dagegen keinen großen Einfluss auf den Gesamttrend, auch Methan-Emissionen sind von geringerer Bedeutung.

Die Emissionen aus Industrieprozessen sind stark an das Produktionsniveau gekoppelt. Speziell die CO_2-Emissionen bilden hauptsächlich den Konjunkturverlauf ab, wobei steigende Produktionszahlen bei der Eisen- und Stahlindustrie, der chemischen Industrie sowie der Zementindustrie die Emissionen ansteigen lassen.

Ein gegensätzlicher Trend konnte zwischenzeitlich lediglich bei den N_2O-Emissionen erreicht werden, weil bei der Adipinsäureproduktion emissionsmindernde Maßnahmen der Hersteller ab 1997 wirksam wurden. Auch dieser Trend wird durch Produktionssteigerungen zunehmend kompensiert.

Für alle Industrieprozesse und Schadstoffe zusammen ergibt sich seit 1990 eine Minderung an THG-Äquivalenten um ca. 3 %, jedoch ein Anstieg von über 6,5 % im Vergleich zum Vorjahr.

Die Emissionen des Bereiches Lösemittel- und Produktverwendung sind in absoluten Werten nicht sehr hoch. Die Emissionen aus der Narkoseanwendung von N_2O sanken seit 1990 um nahezu 44 %. Dies ist Ergebnis einer Bilanzierung für die Jahre 1990 und 2001. Wegen fehlender Datenverfügbarkeit wurde zwischen den Jahren interpoliert und nach 2001 konstant fortgeschrieben. Die eigentlichen Lösemittelemissionen (NMVOC) werden im nächsten Kapitel reflektiert.

Die Abnahme der landwirtschaftlichen Emissionen um über 16,5 % seit 1990 geht im Wesentlichen auf eine Abnahme der Tierbestände, aber auch auf Reduktionen der Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden und Düngeranwendung zurück.

Die Abnahme der Einbindung von Treibhausgasen durch Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft von 41 % geht im Wesentlichen auf eine Zunahme der CO_2-Emissionen aus Ackerland- und Siedlungsflächen zurück.

Die deutlichste Emissionsminderung von 71,5 % 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 77 % im Bereich der Deponieemissionen verursacht. Die ebenfalls zu dieser Quellgruppe gehörenden Emissionen aus der Abwasserbehandlung treten mengenmäßig deutlich hinter den Deponieemissionen zurück, sanken jedoch ebenfalls um über 45 %.

Tabelle 11: 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
1. Energie	0,0	-3,6	-8,4	-9,2	-11,4	-11,9	-9,3	-12,9	-13,8	-16,1	-16,4	-14,3	-15,9	-15,9	-17,2	-19,9	-18,7	-21,7
2. Industrieprozesse	0,0	-4,5	-4,4	-6,0	1,2	1,2	-2,2	0,0	-11,6	-18,6	-15,9	-16,9	-16,6	-13,9	-10,2	-10,1	-9,1	-3,1
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	0,0	0,2	-3,8	-5,3	-18,1	-17,4	-18,9	-19,0	-19,2	-25,1	-31,0	-36,2	-37,5	-39,2	-37,2	-37,0	-38,0	-38,5
4. Landwirtschaft	0,0	-9,4	-11,4	-11,7	-13,8	-11,7	-11,0	-12,1	-11,7	-10,1	-10,0	-10,1	-13,0	-14,0	-13,7	-14,3	-15,5	-16,5
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft	0,0	1,6	6,1	6,8	8,6	9,2	9,8	12,4	12,4	14,0	13,6	-26,8	-23,7	-32,7	-17,6	-22,7	-44,9	-42,9
CO_2 (Netto-Senke)	0,0	1,6	6,1	6,8	8,6	9,2	9,8	12,4	12,4	14,0	13,6	-24,3	-21,2	-30,2	-15,1	-20,2	-42,6	-40,7
N_2O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.231,2	1.231,2	1.231,2	1.231,2	1.231,2	1.072,1	1.072,1
6. Abfall	0,0	-0,1	-1,6	-4,5	-9,7	-15,1	-21,3	-28,0	-34,6	-40,3	-45,4	-50,4	-54,9	-59,5	-63,6	-67,6	-69,6	-71,5
7. Andere	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

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
1. Energie	0,0	-3,6	-5,1	-0,8	-2,5	-0,5	3,0	-4,1	-1,0	-2,6	-0,3	2,5	-1,8	0,0	-1,6	-3,2	1,5	-3,7
2. Industrieprozesse	0,0	-4,5	0,1	-1,6	7,6	0,0	-3,4	2,3	-11,6	-7,9	3,4	-1,2	0,4	3,2	4,3	0,2	1,1	6,6
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	0,0	0,2	-4,0	-1,6	-13,5	0,8	-1,9	-0,1	-0,1	-7,3	-7,9	-7,6	-2,0	-2,7	3,3	0,3	-1,7	-0,9
4. Landwirtschaft	0,0	-9,4	-2,2	-0,3	-2,4	2,4	0,8	-1,3	0,5	1,7	0,2	-0,1	-3,3	-1,1	0,3	-0,7	-1,3	-1,2
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft	0,0	1,6	4,5	0,6	1,8	0,5	0,6	2,3	0,0	1,4	-0,3	-35,6	4,2	-11,8	22,5	-6,2	-28,7	3,6
CO_2 (Netto-Senke)	0,0	1,6	4,5	0,6	1,8	0,5	0,6	2,3	0,0	1,4	-0,3	-33,4	4,1	-11,4	21,6	-6,0	-28,2	3,4
N_2O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.231,2	0,0	0,0	0,0	0,0	-12,0	0,0
6. Abfall	0,0	-0,1	-1,5	-3,0	-5,5	-5,9	-7,3	-8,6	-9,2	-8,7	-8,6	-9,2	-9,1	-10,2	-10,0	-11,0	-6,2	-6,4
7. Andere	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

2.4 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs für indirekte Treibhausgase und SO_2

Die relative Emissionsentwicklung der indirekten Treibhausgase und SO_2 sind grafisch in der Abbildung 19 und in Tabelle 9 jeweils als Zeitreihen seit 1990 dargestellt. In diesem Zeitraum wurden deutliche Erfolge bei der Minderung dieser Schadstoffe erreicht. So gingen die Emissionen von SO_2 um nahezu 91 %, die von CO um 69 %, die von den NMVOC um 66 % und die von NO_X um fast 55 % 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.
- 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 und marktwirtschaftliche Regelungen 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 und Wind sowie Wärme aus 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.

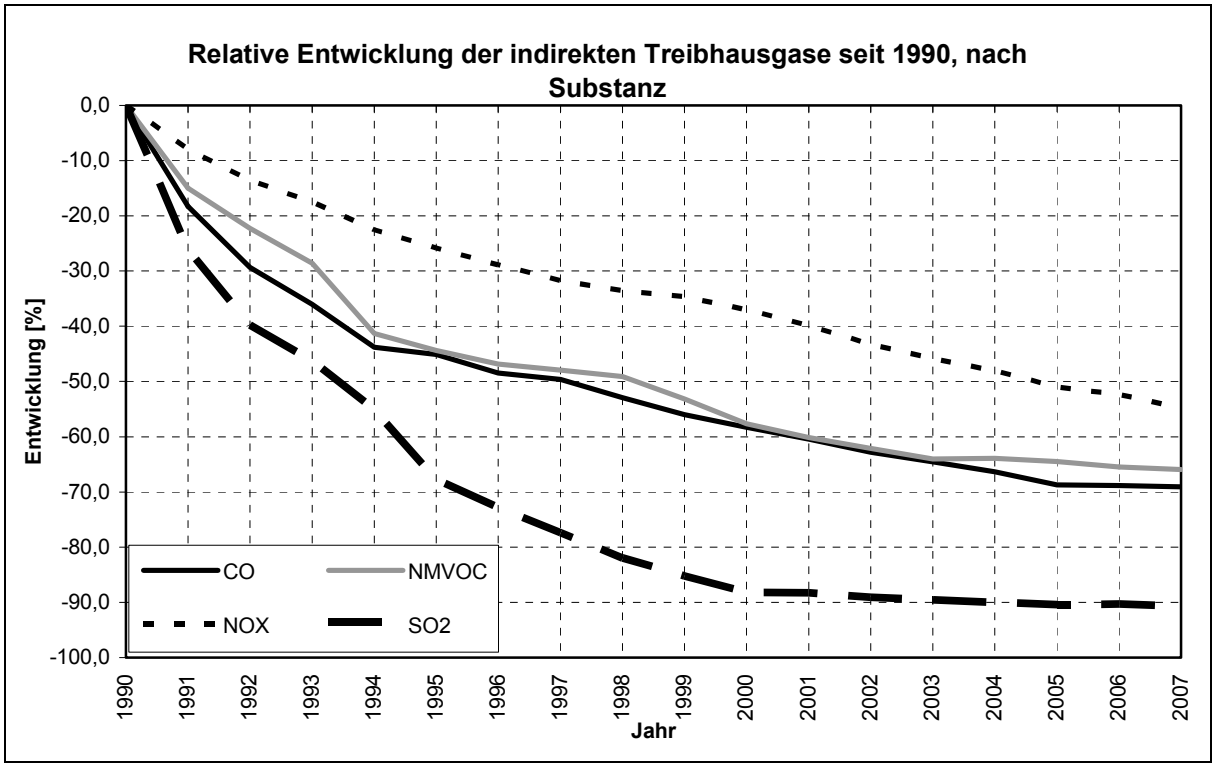


Abbildung 19: Emissionsentwicklung der indirekten Treibhausgase und von SO_2

3 ENERGIE (CRF SEKTOR 1)

Für die Ermittlung der Aktivitätsraten aus der Verbrennung werden für mobile und stationäre Quellen unterschiedliche Modelle verwendet: Für mobile Quellen das Modell „Transport Emission Estimation Model -TREMOD“ und für stationäre Quellen die „Bilanz der Emissionsursachen - BEU“. 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 CO_2-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.

3.1 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 13.1 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 und 204 41 132) ausführlich dokumentiert worden. Derzeit wird an einer Integration des Excel-basierten Modells in die Datenbank ZSE gearbeitet. Für die neuen Bundesländer sind die Daten für 1990-1994 bereits direkt in das ZSE eingegeben worden. Ihre Ermittlung ist in Kapitel 14 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, die den produzierten Strom in das Netz der Allgemeinen Versorgung einspeisen. Dazu gehören auch Industriebetriebe, die ihre Kraftwerke gemeinsam mit Elektrizitätsversorgungs-unternehmen 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. **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.
4. **Fernheizwerke** (Zeile 16): hier wird der Brennstoffeinsatz für die öffentliche Fernwärmeversorgung aus Heizwerken angegeben. Die Anlagen werden häufig zur Spitzenlastdeckung in Fernwärmenetzen verwendet, in denen die Grundlast aus Heizkraftwerken gedeckt wird.

B: Energieverbrauch im Umwandlungsbereich (Energiebilanzzeile 33 bis 39)

5. 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 herausgerechnet 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)

6. 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.
7. Die Angaben zum **Endenergieverbrauch der Haushalte** (Zeile 66 der Energiebilanz) beinhalten die Brennstoffeinsätze zur Wärmeerzeugung, das sind die Anwendungsbereiche Heizung, Warmwasserbereitung und Kochen.
8. 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, Motorenkraftwerke)
- 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)
Quellgruppen sind: • öffentliche Wärmekraftwerke, • Steinkohlenbergbau, • Braunkohlenbergbau, • Deutsche Bahn AG, (bis 1999) • Mineralölraffinerien, • Fernheizwerke, • übriger Umwandlungsbereich • Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe (weitere Untergliederung der Prozessfeuerungen), • Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher werden außerhalb des BEU-Modells direkt im ZSE bearbeitet
Anlagenarten sind: • Dampfturbinenkraftwerke, • Gasturbinenkraftwerke, • Gas- und Dampfturbinenkraftwerke • Motorkraftwerke, • Kesselfeuerungen (ohne Kraftwerkskessel), • Prozessfeuerungen (untergliedert in 12 Prozesse).
Nach Energieträgern: • etwa 40 verschiedene Brennstoffe
Nach immissionsschutzrechtlichen Regelungen aufbereitet, wird unterschieden in: • 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 Disaggregierung 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 führte zu einer feineren Disaggregierung.

Trotz der Umstellung der Energiebilanz auf die neue Einteilung der Wirtschaftszweige (WZ 93) und einer geänderten Gruppierung der Energieträger vom Jahre 1995 an, ist es bisher gelungen, die Daten auf die dargestellte Grundstruktur zurückzuführen, so dass konsistente Zeitreihen erarbeitet werden konnten.

Abbildung 20 und die nachfolgenden Tabellen (Tabelle 12 bis Tabelle 17) zeigten die Merkmale der BEU-Struktur. Bei der weiteren Darstellung der Aktivitäten wird auf diese Grundstrukturen eingegangen. Zu diesen Angaben ist folgendes zu erläutern:

Die Nummer in der ersten Spalte gibt die laufende Nummer der Tabelle in der *Bilanz der Emissionsursachen* wieder. 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. Der „Dateiname“ in der achten Spalte ist ein eindeutiger Bezug zur Datenbank des *Zentralen System Emissionen* (ZSE).

Tabelle 12: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen - Öffentliche Versorgung

Nr.	Prozess, Brennstoff	EB-Zeile	Emissionsschutz-rechtliche Zuordnung	Anlagenart[1)]	Wirtschaftsbereich	SWK[2)]	Dateiname
Öffentliche Versorgung							
1	Stromerzeugung in GFA der Öffentlichen Kraftwerke	11	13. BImSchV	DTKW	Öffentliche Versorgung	S	OEKW13
2	Stromerzeugung in GFA öffentlicher Rohbraunkohlekraftwerke	11	13. BImSchV	DTKW	Öffentliche Versorgung	S	OEBKW13
2a	Stromerzeugung in GFA öffentlicher Hartbraunkohlekraftwerke	11	13. BImSchV	DTKW	Öffentliche Versorgung	S	OEHBKW13
3	Stromerzeugung in MVA der Öffentlichen Kraftwerke	11	17. BImSchV	DTKW	Öffentliche Versorgung	S	OEKW17
4	Stromerzeugung in Gasturbinen (TA Luft)der Öffentlichen Kraftwerke	11	TA Luft	GTKW	Öffentliche Versorgung	S	OEKWGTTA
4a	Stromerzeugung in GuD-Anlagen der Öffentlichen Kraftwerke	11	TA Luft	GuD	Öffentliche Versorgung	S	OEKWGUDT
4b	Stromerzeugung in GFA der Gasturbinen der Öffentlichen Kraftwerke	11	13. BImSchV	GTKW	Öffentliche Versorgung	S	OEKWGT13
4c	Stromerzeugung in GFA der GuD-Anlagen der öffentlichen Kraftwerke	11	13. BImSchV	GuD	Öffentliche Versorgung	S	OEKWGUD13
5	Stromerzeugung in Gasmaschinen der Öffentlichen Kraftwerke	11	TA Luft	GMKW	Öffentliche Versorgung	S	OEKWGM
6	Stromerzeugung in Dieselmotoren der Öffentlichen Kraftwerke	11	TA Luft	DMKW	Öffentliche Versorgung	S	OEKWDM
22	Wärmeerzeugung in GFA der öffentlichen Kraftwerke	15	13. BImSchV	DTKW	Öffentliche Versorgung	W	HEKW13
22a	Wärmeerzeugung in GFA öffentlicher Rohbraunkohlekraftwerke	15	13.BImSchV	DTKW	Öffentliche Versorgung	W	HEBKW13
23	Wärmeerzeugung in MVA der öffentlichen Kraftwerke	15	17. BImSchV	DTKW	Öffentliche Versorgung	W	HEKW17
25	Wärmeerzeugung in Gasturbinen (TA Luft) der öffentlichen Kraftwerke	15	TA Luft	GTKW	Öffentliche Versorgung	W	HEKWGTTA
25a	Wärmeerzeugung in GuD-Anlagen (TA Luft) der öffentlichen Kraftwerke	15	TA Luft	GuD	Öffentliche Versorgung	W	HEKWGuDTA
25b	Wärmeerzeugung in GFA der Gasturbinen der öffentlichen Kraftwerke	15	13. BImSchV	GTKW	Öffentliche Versorgung	W	HEKWGT13
25c	Wärmeerzeugung in GFA der GuD-Anlagen der öffentlichen Kraftwerke	15	13. BImSchV	GuD	Öffentliche Versorgung	W	HEKWGUD13
26	Wärmeerzeugung in Gasmaschinen der öffentlichen Kraftwerke	15	TA Luft	GMKW	Öffentliche Versorgung	W	HEKWGM
28	Wärmeerzeugung in GFA der öffentlichen Fernheizwerke	16	13. BImSchV	FHW	Öffentliche Versorgung	W	FEHW13
29	Wärmeerzeugung in MVA der öffentlichen Fernheizwerke	16	17. BImSchV	FHW	Öffentliche Versorgung	W	FEHW17
30	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der öffentlichen Fernheizwerke	16	TA Luft	FHW	Öffentliche Versorgung	W	FEHWTA

1) DTKW = Dampfturbinenkraftwerke, GTKW = Gasturbinenkraftwerke, GT = Gasturbinen, GuD = Gas- und Dampfturbinenkraftwerke, GMKW = Gasmotorkraftwerke, DMKW = Dieselmotorkraftwerke, FHW = Fernheizwerke, FA = Feuerungsanlagen, PF = Prozessfeuerungen

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

Tabelle 13: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen - Kohlenbergbau

Nr.	Prozess, Brennstoff	EB-Zeile	Emissionsschutz-rechtliche Zuordnung	Anlagenart[1)]	Wirtschaftsbereich	SWK[2)]	Dateiname
Kohlenbergbau							
7a	Stromerzeugung in GFA der Kraftwerke des Steinkohlenbergbaus	12	13. BImSchV	DTKW	Kohlebergbau	S	STKBKW 13
7b	Stromerzeugung in TA-Luftanlagen der Kraftwerke des Steinkohlenbergbaus	12	TA-Luft	DTKW	Kohlebergbau	S	STKBKWTA
8a	Stromerzeugung in GFA der Grubenkraftwerke (neu angelegt)	12	13. BIMSchV	DTKW	Übriger Kohlebergbau	S	GRKW13
8b	Stromerzeugung in MVA der Grubenkraftwerke (neu angelegt)	12	17. BIMSchV	DTKW	Übriger Kohlebergbau	S	GRKW17
33a	Wärmeerzeugung in GFA der Grubenkraftwerke	40	13. BImSchV	DTKW	Übriger Kohlebergbau	W	UEGK13
33b	Wärmeerzeugung in GFA der Kraftwerke des Steinkohlenbergbaus	40	13. BImSchV	DTKW	Kohlebergbau	W	UESTKB13
33c	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der Kraftwerke des Steinkohlenbergbaus	40	TA-Luft	DTKW	Kohlebergbau	w	UESTKBTA
41	Direktantrieb durch Dieselmotoren der Zechen- und Grubenkraftwerke	40	TA Luft	DMKW	Kohlebergbau	K	UEKZDM
43	Herstellung von Steinkohlenkoks	40	TA Luft	PF	Kohlebergbau	W	UEPFKO

1) DTKW = Dampfturbinenkraftwerke, GTKW = Gasturbinenkraftwerke, GT = Gasturbinen, GuD = Gas- und Dampfturbinenkraftwerke, GMKW = Gasmotorkraftwerke, DMKW = Dieselmotorkraftwerke, FHW = Fernheizwerke, FA = Feuerungsanlagen, PF = Prozessfeuerungen

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

Tabelle 14: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen - Sonstige Industriekraftwerke

Nr.	Prozess, Brennstoff	EB-Zeile	Emissions-schutz-rechtliche Zuordnung	Anlagenart[1)]	Wirtschaftsbereich	SWK[2)]	Dateiname
sonstige Industriekraftwerke							
12	Stromerzeugung in GFA der DB-Kraftwerke	12	13. BImSchV	DTKW	Deutsche Bahn AG	S	DBKW13
14	Stromerzeugung in GFA der übrigen Industriekraftwerke	12	13. BImSchV	DTKW	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe (ohne VAW)	S	UIKW13
14b	Stromerzeugung in GFA der Kraftwerke der Zellstoff- und Papierindustrie	12	13. BImSchV	DTKW	Zellstoff- und Papierindustrie	S	ZPKW13
15	Stromerzeugung in MVA der übrigen Industriekraftwerke	12	17. BImSchV	DTKW	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	S	UIKW17
16	Stromerzeugung in TA Luft-Anlagen der übrigen Industriekraftwerke	12	TA Luft	DTKW	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	S	UIKWTA
18	Stromerzeugung in Gasturbinen (TA Luft) der übrigen Industriekraftwerke	12	TA Luft	GTKW	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	S	UIKWGT
18a	Stromerzeugung in GFA der Gasturbinen der übrigen Industriekraftwerke	12	13. BImSchV	GTKW	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	S	UIKWGT13
18b	Stromerzeugung in GuD-Anlagen (TA-Luft-Anlagen) der übrigen Industriekraftwerke	12	TA-Luft	GuDKW	Übriger Bergbau und verarb. Gewerbe	S	UIKWGUDTA
18c	Stromerzeugung in GuD-Anlagen (GFA) der übrigen Industriekraftwerke	12	13. BImSchV	GuDKW	Übriger Bergbau und verarb. Gewerbe	S	UIKWGUD13
19	Stromerzeugung in Gasmaschinen der übrigen Industriekraftwerke	12	TA Luft	GMKW	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	S	UIKWGM
21	Stromerzeugung in Dieselmotoren der übrigen Industriekraftwerke	12	TA Luft	DMKW	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	S	UIKWDM
47	Wärmeerzeugung in GFA der IKW des verarb. Gewerbes und übr. Bergbaus	60	13. BImSchV	DTKW	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	W	INKW13
48	Wärmeerzeugung in MVA der IKW des verarb. Gewerbes und übr. Bergbaus	60	17. BImSchV	DTKW	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	W	INKW17
50	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anl. der IKW des verarb. Gewerbes und übr. Bergbaus	60	TA Luft	DTKW	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	W	INKWTA
51	Wärmeerzeugung in Gasturbinen der IKW des verarb. Gewerbes und übr. Bergbaus	60	TA Luft	GTKW	Übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe	W	INKWGT
51 a	Wärmeerzeugung in GFA Gasturbinen der IKw des verarb. Gewerbes und übrigen Bergbaus	60	13. BImSchV	GTKW	Übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe	W	INKWGT13
51b	Wärmeerzeugung in TA-Luftanlagen der GuD-Anlagen der IKW des verarb. Gewerbes und übrigen Bergbaus	60	TA Luft	GuDKW	Übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe	W	INKWGUDTA
51c	Wärmeerzeugung der GFA der GuD-Anlagen der IKW des verarb. Gewerbes und übr. Bergbaus	60	13. BImSchV	GuDKW	Übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe	W	INKWGUD13
52	Wärmeerzeugung in Gasmaschinen der IKW des verarb. Gewerbes und übr. Bergbaus	60	TA Luft	GMKW	Übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe	W	INKWGM

1) DTKW = Dampfturbinenkraftwerke, GTKW = Gasturbinenkraftwerke, GT = Gasturbinen, GuD = Gas- und Dampfturbinenkraftwerke, GMKW = Gasmotorkraftwerke, DMKW = Dieselmotorkraftwerke, FHW = Fernheizwerke, FA = Feuerungsanlagen, PF = Prozessfeuerungen 2) S = Stromerzeugung, W = Wärmeerzeugung, K = Krafterzeugung (Direktantrieb)

Tabelle 15: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – Raffinerien, Sonstige Energieerzeuger, Eisenschaffende Industrie

Nr.	Prozess, Brennstoff	EB-Zeile	Emissionsschutz-rechtliche Zuordnung	Anlagenart[1)]	Wirtschaftsbereich	SWK[2)]	Dateiname
Raffinerien							
13	Stromerzeugung in GFA der Raffineriekraftwerke	12	13. BImSchV	DTKW	Mineralölverarbeitung	S	UIKR13
13a	Stromerzeugung in TA Luft-Anlagen der Raffineriekraftwerke	12	TA-Luft	DTKW	Mineralölverarbeitung	S	UIKRTA
17	Stromerzeugung in Gasturbinen (TA Luft) der Raffineriekraftwerke	12	TA Luft	GTKW	Mineralölverarbeitung	S	UIKRGTTA
17a	Stromerzeugung in GFA der Gasturbinen der Raffineriekraftwerke	12	13. BImSchV	GTKW	Mineralölverarbeitung	S	UIKRGT13
34	Wärmeerzeugung in GFA der Raffineriekraftwerke	40	13. BImSchV	DTKW	Mineralölverarbeitung	W	UEKR13
34a	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der Raffineriekraftwerke	40	TA-Luft	DTKW	Mineralölverarbeitung	W	UEKRTA
39	Wärmeerzeugung in Gasturbinen (TA Luft) der Raffineriekraftwerke	40	TA Luft	GTKW	Mineralölverarbeitung	W	UEKRGTTA
39a	Wärmeerzeugung in GFA der Gasturbinen der Raffineriekraftwerke	40	13. BImSchV	GTKW	Mineralölverarbeitung	W	UEKRGT13
42	Wärmeerzeugung in Dieselmotoren der Raffineriekraftwerke	40	TA Luft	DMKW	Mineralölverarbeitung	W	UEKRDM
44	Raffinerie-Unterfeuerungen (GFA)	40	13. BImSchV	PF	Mineralölverarbeitung	W	UEPFRG
44a	Raffinerie--Unterfeuerungen (TA Luft-Anlagen)	40	TA Luft	PF	Mineralölverarbeitung	W	UEPFRT
Sonstige Energieerzeuger des Umwandlungsbereichs							
31	Wärmeerzeugung in GFA (Industrie-Kessel) des übr. Umwandlungsbereichs	40	13. BImSchV	FA	Sonstige Energieerzeuger	W	UEUM13
36	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen (Industrie-Kessel) des übr. Umwandlungsber.	40	TA Luft	FA	Sonstige Energieerzeuger	W	UEUMTA
Eisenschaffende Industrie							
54	Herstellung von Roheisen (Prozessfeuerung)	60	TA Luft	Hochofen	Eisenschaffende Industrie	W	INPFHO
55	Herstellung von Sinter (Prozessfeuerung)	60	TA Luft	Sinteranlagen	Eisenschaffende Industrie	W	INPFSI

1) DTKW = Dampfturbinenkraftwerke, GTKW = Gasturbinenkraftwerke, GT = Gasturbinen, GuD = Gas- und Dampfturbinenkraftwerke, GMKW = Gasmotorkraftwerke, DMKW = Dieselmotorkraftwerke, FHW = Fernheizwerke, FA = Feuerungsanlagen, PF = Prozessfeuerungen

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

Tabelle 16: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – weitere Tabellen

Nr.	Prozess, Brennstoff	EB-Zeile	Emissionsschutz-rechtliche Zuordnung	Anlagenart[1)]	Wirtschaftsbereich	SWK[2)]	Dateiname
weitere Tabellen der BEU-Struktur							
36a	Gasturbinen (TA Luft) in Erdgasverdichterstationen	40	TA Luft	GT	Gaswirtschaft	K	GVKOMPTA
36b	GFA der Gasturbinen in Erdgasverdichterstationen	40	13. BImSchV	GT	Gaswirtschaft	K	GVKOMP13
46	Wärmeerzeugung in GFA (Industrie-Kessel) des verarb. Gewerbes und übr. Bergbaus	60	13. BImSchV	Dampf-/Warmwasserkessel	Übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe	W	INDU13
49	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anl. (Industrie-Kessel) des übr. Bergb. u. verarb. Gew. (Produktionswärme)	60	TA Luft	Dampf-/Warmwasserkessel	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	W	INDUTAP
57	Herstellung von Walzstahl (Prozessfeuerung)	60	TA Luft	Erzeugung von Walzstahl	Stahlerzeugung	W	INPFWA
58	Herstellung von Eisen-, Stahl- und Temperguss (Prozessfeuerung)	60	TA Luft	Gießereien	Gießereiindustrie	W	INPFGU
59	Herstellung von Nichteisen-Schwermetalle (Prozessfeuerung)	60	TA Luft	NE-Metallgießereien	NE-Metallerzeugung	W	INPFNE
60	Herstellung von Kalk (Prozessfeuerung)	60	TA Luft	Kalkbrennofen	Kalkerzeugung	W	INPFKA
61	Herstellung von Zementklinker (Prozessfeuerung)	60	TA Luft	Zementöfen	Zementherstellung	W	INPFZK
62	Herstellung von Glas (Prozessfeuerung)	60	TA Luft	Glasschmelzofen	Glasherstellung	W	INPFGL
63	Herstellung von Zucker (Prozessfeuerung)	60	TA Luft	Zuckerraffinerie	Zuckerherstellung	W	INPFZU
64	Herstellung von keramikschen Erzeugnissen (Prozessfeuerung)	60	TA Luft	Brennofen	Ziegelherstellung	W	INPFZI
64a	Wärmeerzeugung in GFA der Kraftwerke der Zellstoff- und Papierindustrie	60	13. BImSchV	DTKW	Zellstoff- und Papierindustrie	W	INKWZP
66	übrige Prozessfeuerungen	60	TA Luft	Prozessfeuerung	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	W	INUEPF

1) GT = Gasturbinen

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

Tabelle 17: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – gelöschte Strukturelemente

Nr.	Prozess, Brennstoff	EB-Zeile	Emissionsschutz-rechtliche Zuordnung	Anlagenart[1)]	Wirtschaftsbereich	SWK[2)]	Dateiname
6a	Stromerzeugung aus biogenen Brennstoffen	11	TA Luft / 1. BImSchV		Öffentliche Versorgung	S	OEKWBIO
27	Wärmeerzeugung in Dieselmotoren der öffentlichen Kraftwerke	15	TA Luft	DMKW	Öffentliche Versorgung	W	HEKWDM
7	Stromerzeugung in GFA der STEAG	12	13. BImSchV	DTKW	Kohlebergbau/STEAG	S	STEA13
8	Stromerzeugung in GFA der übrigen Zechenkraftwerke	12	13. BImSchV	DTKW	Übriger Kohlebergbau	S	ZGSK13
9	Stromerzeugung in Gasturbinen der Zechen- und Grubenkraftwerke	12	TA Luft	GTKW	Kohlebergbau	S	ZGKWGT
10	Stromerzeugung in Gasmaschinen der Zechen- und Grubenkraftwerke	12	TA Luft	GMKW	Kohlebergbau	S	ZGKWGM
11	Stromerzeugung in Dieselmotoren der Zechen- und Grubenkraftwerke	12	TA Luft	DMKW	Kohlebergbau	S	ZGKWDM
32	Wärmeerzeugung in GFA der STEAG	40	13. BImSchV	DTKW	Kohlebergbau /STEAG	W	UEST13
33	Wärmeerzeugung in GFA der übrigen Zechenkraftwerke	40	13. BImSchV	DTKW	Übriger Kohlebergbau	W	UEZK13
38	Wärmeerzeugung in Gasturbinen der Zechen- und Grubenkraftwerke	40	TA Luft	GTKW	Kohlebergbau	W	UEKZGT
40	Wärmeerzeugung in Gasmaschinen der Zechen- und Grubenkraftwerke	40	TA Luft	GMKW	Kohlebergbau	W	UEKZGT
43a	Herstellung von Steinkohlenkoks (17. BImSchV)	40	17. BImSchV	PF	Kohlebergbau	W	UEPFKO17
14a	Stromerzeugung in GFA der Vereinigten Aluminium Werke (VAW), Bonn	12	13. BImSchV	DTKW	Vereinigte Aluminium Werke (VAW)	S	VAW13
24	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der übr. IKW (nur Einspeisung ins öff. Netz)	15	TA Luft	DTKW	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	W	HEKWTA
35	Wärmeerzeugung in GFA der übr. IKW des Umwandlungsbereichs	40	13. BImSchV	DTKW	Sonstige Energieerzeuger	W	UEKI13
37	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der IKW des Umwandlungsbereichs	40	TA Luft	DTKW	Sonstige Energieerzeuger	W	UEKITA
20	Stromerzeugung in Dieselmotoren der Raffineriekraftwerke	12	TA Luft	DMKW	Mineralölverarbeitung	S	UIKRDM
49a	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anl. (Industrie-Kessel) des übr. Bergb. u. verarb. Gew. (Heizungsanlagen)	60	TA Luft	Dampf-/Warmwasserkessel	Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	W	INDUTAH
53	Wärmeerzeugung in Dieselmotoren der IKW des verarb. Gewerbes und übr. Bergbaus	60	TA Luft	DMKW	Übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe	W	INKWDM
53a	Wärmeerzeugung in KFA (Industriekessel) des übr. Bergbaus und verarb. Gewerbes (Produktionswärme)	60	1. BImSchV	Dampf-/Warmwasserkessel	Übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe	W	INDU01P
53b	Wärmeerzeugung in KFA (Industriekessel) des übr. Bergbaus und verarb. Gewerbes (Heizungsanlagen)	60	1. BImSchV	Dampf-/Warmwasserkessel	Übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe	W	INDU01H
56	Herstellung von Siemens-Martin-Stahl (Prozessfeuerung)	60	TA Luft	Siemens-Martin-Ofen	Stahlerzeugung	W	INPFSM
65	Herstellung von Calciumcarbid (Prozessfeuerung)	60	TA Luft	Brennofen	Calciumcarbidherstellung	W	INPFCA

Tabelle 18: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – bereits ins ZSE integrierte und in der BEU nicht mehr ausgeführte Strukturelemente

Nr.	Prozess, Brennstoff	EB-Zeile	Emissionsschutz-rechtliche Zuordnung	Anlagenart[1)]	Wirtschaftsbereich	SWK[2)]	Dateiname
67	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der Landwirtschaft und Gärtnereien	67	TA Luft	Dampf-/Warmwasserkessel	Landwirtschaft	W	LAWITA
68	Wärmeerzeugung in KFA der Landwirtschaft und Gärtnereien	67	1. BImSchV	Dampf-/Warmwassererzeuger	Landwirtschaft	W	LAWI01
69	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der übrigen Kleinverbraucher	67	TA Luft	Warmwasserkessel	Kleinverbrauch	W	UEKVTA
70	Wärmeerzeugung in KFA der übrigen Kleinverbraucher	67	1. BImSchV	Warmwasserkessel	Kleinverbrauch	W	UEKV01
71	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der militärischen Dienststellen	67	TA Luft	Warmwasserkessel	Militärische Dienststellen	W	MILITA
72	Wärmeerzeugung in KFA der militärischen Dienststellen	67	1. BImSchV	Warmwasserkessel	Militärische Dienststellen	W	MILI01
73	Wärmeerzeugung in KFA der Haushalte	66	1. BImSchV	Wärmeerzeuger	Haushalte	W	HAUS01

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

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

CRF 1.A.1.a					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
All Fuels	l / t	CO_2	26,61 %	33,89 %	steigend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**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“ (1.A.1.a) ist für CO_2-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe und 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.

In der öffentlichen Elektrizitätserzeugung war 2007 eine Netto-Engpassleistung von ca. 98 GW installiert. Davon wurden ca. 66 GW mit fossilen Energieträgern oder deren Umwandlungsprodukten betrieben. Alle fossil betriebenen Anlagen zusammen erzeugten ca. 345 TWh elektrische Arbeit. Das entspricht ca. 66 % der gesamten öffentlichen Stromerzeugung (ca. 523 TWh). Dabei entfiel allein auf die Brennstoffe Braun- und Steinkohle die Erzeugung von ca. 281 TWh Strom (DESTATIS 2006a).

Heizkraftwerke trugen im Jahr 2006 zur öffentlichen Versorgung mit einer Nettostromerzeugung von 54 TWh und einer Nettowärmeerzeugung von 101 TWh bei. Ergänzt wird die Fernwärmeversorgung durch ungekoppelte Wärmeerzeugung aus Heizkraftwerken und Heizwerken (meist im Spitzenlastbetrieb) mit einer Nettowärmeerzeugung von ca. 35 TWh. (Statistisches Bundesamt 2007, FS 4, Reihe 6.5, Statistik Nr. 066 und Nr. 064).

3.1.1.2 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 überarbeitet und dokumentiert. Für die Berichterstattung 2007 sind die Aktivitätsraten der Neuen Bundesländer von 1991-1994 erstmals anhand der Erkenntnisse aus o.g. Forschungsprojekt (FKZ 205 41 115 / Teilvorhaben A „Überarbeitung und Dokumentation der Brennstoffeinsätze für stationäre Feuerungsanlagen in den neuen Bundesländern für das Jahr 1990“) angepasst und dokumentiert worden.

Im Fall der Strom- und Wärmerzeugung in Müllverbrennungsanlagen der öffentlichen Kraftwerke, sowie der Wärmeerzeugung in Müllverbrennungsanlagen der öffentlichen Fernheizwerke weichen die Werte der Energiebilanz von denen der Abfallstatistik des Statistischen Bundesamtes (DESTATIS, FS19 Reihe 1) deutlich ab. Es wird davon ausgegangen, dass die Bestimmung des Brennstoffeinsatzes aus Abfall (hier: Hausmüll/Siedlungsabfall) in der Abfallstatistik unter realitätsnäheren Annahmen erfolgt als in der Energiebilanz. Deshalb wird die Differenz zwischen den Energiebilanzwerten und denen der Fachserie 19 (DESTATIS, FS19 Reihe 1) über die Erfassung von so genannten „Nicht-Energiebilanzwerten“ ausgeglichen. Dadurch erhöhen sich die Aktivitätsraten für Hausmüll/Siedlungsabfall für die gesamte Zeitreihe ab dem Jahr 1990. Ab dem NIR 2006 werden der fossile und der biogene Anteil von Hausmüll/Siedlungsabfall im Verhältnis 1:1 separat ausgewiesen.

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.

Emissionsfaktoren (außer CO_2)

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 - 2007 werden durch lineare Interpolation ermittelt. Das Vorhaben sowie die lineare Interpolation für die Zwischenjahre ist ebenfalls die Grundlage für die Emissionsfaktoren der Kapitel 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4.6 und 3.1.5.5, 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 SO_2, NO_X, CO, NMVOC, Staub und N_2O 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 CH_4 für Gasturbinen und genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen, die unter die TA Luft fallen. Informationen zur Vorgehensweise des Forschungsvorhabens sind im Anhang 3 dargestellt (Kapitel 14.1.2)

Im Rahmen eines im Februar 2007 abgeschlossenen Forschungsvorhabens zur Fortschreibung des Nationalen Programms im Rahmen der Richtlinie 2001/81/EG über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe („NEC-Richtlinie“) wurden einzelne Emissionsfaktoren für die Komponenten SO_2, NO_X und Staub infolge neuerer Erkenntnisse überarbeitet. Die klimawirksamen Komponenten N_2O und CH_4 haben dabei jedoch keine Änderungen erfahren (Forschungsprojekt „Maßnahmen zur Einhaltung der Emissionshöchstmengen der NEC-Richtlinie“, FKZ 205 42 221, Abschlussbericht des Teilvorhabens „Referenzszenario 2000 - 2020 für Emissionen unter der NEC-Richtlinie (SO_2, NO_X, NMVOC, NH_3) vom Oktober 2006).

N_2O 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 N_2O-Emissionsfaktoren im Forschungsvorhaben ermöglichten. Die in dem Forschungsvorhaben ermittelten technologischen Emissionsfaktoren sind für Großfeuerungsanlagen in Tabelle 19 zusammengestellt. Auf ihrer Grundlage wurden die quellgruppenspezifischen Emissionsfaktoren für das ZSE berechnet.

Tabelle 19: Technologische Emissionsfaktoren für Lachgas aus GFA

Brennstoff / Feuerungstechnologie	**N_2O-Emissionfaktor (1995 - 2010) [kg/TJ]**
Steinkohle / Wirbelschicht	20
Steinkohle / andere Feuerungen	4
Braunkohle / Wirbelschicht	8
Braunkohle / trockene Staubfeuerungen in den neuen Bundesländern	3,2
Braunkohle / andere Feuerungen	3,5
Flüssige Brennstoffe	1
Gasförmige Brennstoffe	0,5

Für Anlagen < 50 MW FWL dienten die in Tabelle 20 niedergelegten Daten aus dem Forschungsvorhaben RENTZ et al (2002) als Grundlage. In eckigen Klammern ist der Median angegeben.

Tabelle 20: Technologische Emissionsfaktoren für Lachgas aus Anlagen < 50 MW FWL

Brennstoff		**Technologie**	**Leistung**	**Länder**	**N_2O-E-Faktor / Median [kg/TJ]**
Steinkohle		Rostfeuerung	< 5 MW	/	2,5 - 5,2 [3,9]
			≥ 5 MW	ABL	2,5 - 5,2 [3,9]
			≥ 5 MW	NBL	2,5 - 5,2 [3,9]
		Füllschachtfeuerung	< 5 MW	ABL	2,5 - 5,2 [3,9]
			< 5 MW	NBL	2,5 - 5,2 [3,9]
			≥ 5 MW	/	2,5 - 5,2 [3,9]
		Wirbelschicht-feuerung	< 5 MW	/	25 - 40 [36]
			≥ 5 MW	/	2 - 170 [47]
Braunkohle	-Staub	Staubfeuerung	≥ 5 MW	NBL	[3,2]
	-Brikett	k. B.	< 5 MW	NBL	0,4 - 3,7 [2,1]
	Roh-	k. B.	< 5 MW	NBL	0,4 - 3,7 [2,1]
			≥ 5 MW	ABL	0,4 - 3,7 [2,1]
			≥ 5 MW	NBL	0,4 - 3,7 [2,1]
		Wirbelschichtfeuerung	≥ 5 MW	/	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 CO_2-Emissionen aus der Abgasreinigung von Großfeuerungsanlagen liefert der Anhang 3 im Kapitel 14.1.2.4.

3.1.1.3 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 CO_2-Emissionsfaktors und deren statistische Verteilungsfunktion wurden vom Umweltbundesamt geschätzt. Die Zahlenwerte stützen sich auch auf eine persönliche Expertenmitteilung.

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 14.1.2.1 zu entnehmen.

Weitere Aspekte zur Zeitreihenkonsistenz der Aktivitätsraten werden in Kapitel 13.5 und Kapitel 13.6 erläutert.

Im Rahmen des in Kapitel 3.1.1.2 und im Anhang 3, Kapitel 14.1.2.1 erläuterten DFIU-Forschungsvorhabens wurde die Unsicherheit der ermittelten Emissionsfaktoren evaluiert.

Die Genauigkeit der Aktivitätsrate zum Kalksteineinsatz in REA konnten wir durch ein zwischenzeitlich abgeschlossenes Forschungsvorhaben deutlich steigern (siehe Kapitel 14.1.2.4 im Anhang).

3.1.1.3.1 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 wird im Anhang 3 in Kapitel 14.1.2.2 gegeben.

3.1.1.3.2 Ergebnis für N_2O

Die Einzelbewertungen der Unsicherheiten der N_2O-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).

3.1.1.3.3 Ergebnis für CH_4

Feuerungsanlagen unterliegen hinsichtlich der CH_4–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 3.1.1.2) abgesehen. Die im Forschungsvorhaben (RENTZ et al, 2002) ermittelten Einzelangaben zu CH_4-Emissionsfaktoren sind im Anhang 14.1.2.3 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 N_2O - von einer uniformen Verteilung der Unsicherheiten ausgegangen.

3.1.1.3.4 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren

Die Emissionsfaktoren für N_2O 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 2007 bei den meisten dieser Emissionsfaktoren keine Veränderungen. Lediglich beim Einsatz von Gasturbinen (Erdgas, leichtes Heizöl) wurde eine leichte Abnahme bei den N_2O-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 N_2O-Gesamtemissionen im betrachteten CRF-Bereich haben diese Änderungen jedoch keinen signifikanten Einfluss.

Die Zeitreihen für N_2O zwischen 1995 und 2007 wurden vor diesem Hintergrund geprüft und insgesamt als konsistent bewertet. Die Zeitreihen der CH_4-Emissionsfaktoren für die Jahre 1995 bis 2007 wurden ebenfalls geprüft und als in sich konsistent bewertet.

Für den Zeitraum von 1990 bis 1994 haben wir zwischenzeitlich die quellenspezifische Überprüfung der N_2O-Emissionsfaktoren im Hinblick auf Konsistenz mit den Werten ab 1995 abgeschlossen. Damit entsprechen wir den im In-Country-Review des Jahres 2007 erbetenen Verbesserungen.

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

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

Da die Inventare grundsätzlich auf den Energiebilanzen für Deutschland der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB, 2003) aufbauen und deren System zur Sicherung der Qualität zur Zeit nicht bekannt ist, erfolgt die Qualitätssicherung, -kontrolle und Verifizierung durch die Prüfung der Energiebilanz auf Vollständigkeit und Plausibilität und persönliche Nachfrage im Einzelfall. Dem UBA liegen nun die Ergebnisse des Forschungsvorhaben (FKZ 203 41 253 /03) zur Dokumentation der Quellen der

Energiebilanz vor. In der Folge ergeben sich Umbuchungen von Brennstoffeinsatzmengen innerhalb der Energiebilanz sowie Ergänzungen von Energieeinsätzen, die nicht in der Energiebilanz ausgewiesen sind. In der Quellgruppe 1.A.1.a betrifft das ausschließlich den Einsatz von Hausmüll/Siedlungsabfall (fossil und biogen), wie unter Kapitel 3.1.1.2 „Methodische Aspekte (1.A.1.a)“ beschrieben.

Über das jeweilige System zur Qualitätssicherung der zur technik- oder brennstoff-spezifischen Aufteilung der Energieeinsätze verwendeten amtlichen Statistiken liegen dem UBA keine Informationen vor. Daher erfolgt auch hier eine Qualitätssicherung, -kontrolle und Verifizierung durch Prüfung auf Vollständigkeit und Plausibilität und persönliche Nachfrage im Einzelfall.

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 14.1.2.1 (hinter Abbildung 36) dargestellt. Ihre Ergebnisse wurden im NIR 2005 berichtet.

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

Aufgrund neuer Energiebilanzen und aktualisierter Auswertetabellen wurden Rückrechnungen für die Jahre 2003 bis 2006 durchgeführt. Die Verbesserung der Berechnungsmethode zur Ermittlung der CO_2-Emissionen aus der Rauchgasentschwefelung führte ebenfalls zu Rekalkulationen, die sich auf die gesamte Zeitreihe (1990-2006) auswirken.

Für den Brennstoffeinsatz von Hausmüll/Siedlungsabfall ergab sich eine Aktualisierung der Werte für das Jahr 2006, da für den NIR 2008 die Fachserie 19 mit den Werten für 2006 noch nicht vorlag. Deshalb wurden die entsprechenden Daten im vorherigen NIR geschätzt. Für das aktuelle Treibhausgasinventar wurden für das Jahr 2007 erneut die Werte geschätzt. Die Werte für 2007 werden mit Erscheinen der Fachserie 19 2008 (für das Jahr 2007) aktualisiert.

Die N_2O-Emissionsfrachten für die Jahre 1990 bis 1994 haben wir aufgrund der in Kapitel 3.1.1.3.4 erläuterten Anpassung der Emissionsfaktoren neu berechnet.

3.1.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.1.a)

Wir planen einen Aktualisierung der im Kapitel 3.1.1.2 beschriebenen Datengrundlage für Emissionsfaktoren (außer CO_2) im Zuge eines größeren Forschungsvorhabens. Die Ergebnisse werden nach derzeitigem Stand in den NIR-Bericht 2012 einfließen. Teile des Vorhabens betreffen das N_2O-Emissionsverhalten von Feuerungs- und Gasturbinenanlagen sowie das CH_4-Emissionsverhalten von Gasturbinenanlagen.

3.1.2 Mineralölraffinerien (1.A.1.b)

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

CRF 1.A.1.b					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
All Fuels	l / t	CO_2	1,59 %	2,16 %	steigend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**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 Mineralölraffinerien ist für CO_2-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe und dem Trend.

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

Die Rohöldestillationskapazität der deutschen Mineralölraffinerien betrug im Jahr 2007 rund 119 Mt. In diesem Zeitraum wurden 109 Mt Rohöl und 13,5 Mt Zwischenprodukte zur Weiterverarbeitung eingesetzt. Die Erzeugung an Mineralölprodukten betrug insgesamt 120 Mt, davon entfielen ca. 62 Mt auf Kraftstoffe, ca.29 Mt auf Heizöle, ca. 8 Mt auf Naphtha und ca. 21 Mt auf andere Produkte. (MWV, 2008).

Die Raffinerien betreiben Kraftwerke mit einer elektrischen Leistung von etwa 0,9 GW. Diese Kraftwerke erzeugten im Jahr 2006 5 TWh elektrische Arbeit und koppelten Prozesswärme zu Produktionszwecken aus. (DESTATIS 2006d).

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

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

Aktivitätsraten

Der Brennstoffeinsatz zur Stromerzeugung in Raffineriekraftwerken ist in der Energiebilanzzeile 12 („Industriewärmekraftwerke“) mit enthalten. Die Energiebilanzzeilen 38 und 39 weisen den Energieverbrauch (zur Wärmeerzeugung) der Raffinerien und der Altölverarbeitungsanlagen aus. Aus diesen Angaben werden die Brennstoffeinsätze für die Wärmeerzeugung in Raffineriekraftwerken und für die Raffinerie-Unterfeuerungen abgeleitet.

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

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

Aus den Angaben des Statistischen Bundesamtes wird 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 CO_2)

Die Emissionsfaktoren für Raffineriekraftwerke sind dem Forschungsvorhaben Rentz et al. (2002) entnommen. Eine ausführliche Beschreibung der Vorgehensweise ist dem Kapitel 3.1.1.2 in Verbindung mit dem Kapitel 14.1.2.1 im Anhang 3 zu entnehmen. Für die Prozesswärme bereitstellenden Unterfeuerungen liefert das zitierte Vorhaben keine Emissionsfaktoren. Ersatzweise werden daher für Unterfeuerungen dieselben Werte für N_2O und CH_4 gewählt, die auch für Raffineriekraftwerke angesetzt werden.

3.1.2.3 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.

3.1.2.3.1 Ergebnis für N_2O

Die Werte für die relative Unsicherheit liegen im Bereich von etwa 0,6. Des Weiteren gelten die Ausführungen aus Kapitel 3.1.1.3.2 entsprechend.

3.1.2.3.2 Ergebnis für CH_4

Die Ergebnisse des Kapitels 3.1.1.3.3 gelten entsprechend.

3.1.2.3.3 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren

Die Ergebnisse des Kapitels 3.1.1.3.4 gelten entsprechend.

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

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

Da die Inventare grundsätzlich auf den Energiebilanzen für Deutschland von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB, 2006) aufbauen und deren System zur

Sicherung der Qualität zur Zeit nicht bekannt ist, erfolgt die Qualitätssicherung, -kontrolle und Verifizierung durch die Prüfung der Energiebilanz auf Vollständigkeit und Plausibilität und durch Nachfrage im Einzelfall. Im Forschungsvorhaben „Methodenaktualisierung für die Emissionsberechnung 2003 - Teilvorhaben 03 - Energie-Dokumentation der Energiebilanz" (FKZ 203 41 253 / 03) wurde eine Dokumentation der Quellen für die Energiebilanz vorgenommen und damit ein entscheidender Beitrag zur Qualitätssicherung und –kontrolle geleistet.

Über das jeweilige System zur Qualitätssicherung der zur branchenspezifischen Zuordnung oder anderweitigen Aufteilung der Energieeinsätze verwendeten amtlichen Statistiken und Verbändestatistiken liegen dem UBA keine Informationen vor. Daher erfolgt auch hier eine Qualitätssicherung, -kontrolle und Verifizierung durch Prüfung auf Vollständigkeit und Plausibilität und persönliche Nachfrage im Einzelfall.

Bezüglich der Emissionsfaktoren gelten die Ergebnisse des Kapitels 3.1.1.3 entsprechend.

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

Aufgrund neuer Energiebilanzen und aktualisierter Auswertetabellen wurden Rückrechnungen für die Jahre 2003 bis 2006 durchgeführt.

Die Ergebnisse des Kapitels 3.1.1.5 gelten entsprechend.

3.1.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.1.b)

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

Die im Kapitel 3.1.1.6 beschriebene geplante Aktualisierung der **Emissionsfaktoren** (außer CO_2) umfasst auch die Kraftwerke und Unterfeuerungen in Mineralölraffinerien.

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

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

CRF 1.A.1c					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
All Fuels	l / t	CO_2	4,68 %	1,75 %	fallend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**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 CO_2-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 2006 eine verwertbare

Förderung von 20,7 Mt Steinkohle(24,7 Mt in 2005) (STATISTIK DER KOHLEWIRTSCHAFT 2007: für das Jahr 2006, Übersicht 1 und www.kohlenstatistk.de). Die Kokserzeugung betrug im Jahr 2006 8,3 Mt (STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT 2007, für das Jahr 2006, S. 51, Zahlenübersicht 45, Zeile Koksproduktion). Die Herstellung von Steinkohlenbriketts und anderen Kohlenwertstoffen betrug zusammen weniger als1 Mt.

Im Jahr 2006 wurden in Deutschland 180,4 Mt Rohbraunkohle gefördert (www.kohlenstatistk.de). Die Herstellung von Braunkohlenbriketts und anderen Braunkohlenprodukten betrug ca. 5,3 Mt (www.kohlenstatistik.de). Aus diesen Anlagen wird Dampf zur Trocknung der Rohbraunkohle für die Herstellung der Braunkohlenprodukte ausgekoppelt.

Die deutsche Förderung von Erdöl betrug im Jahr 2007 knapp 3,4 Mt (MWV, 2008) und die Erdgasförderung erreichte ca. 18.850 Mm³ (H_u = 31.736 kJ/m³) (BAFA, 2008). Der für den Betrieb der Anlagen erforderliche Brennstoffeinsatz ist in der Bilanz der Emissionsursachen (BEU) enthalten.

Unter die Quellgruppe 1.A.1.c Produktion fester Brennstoffe und anderer Energien fallen im ZSE die Strom- und Wärmeerzeugung in Dampfturbinenkraftwerken, getrennt nach Steinkohlebergbau 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. Die Strukturelemente „STEAG- Kraftwerke“ und „übrige Zechenkraftwerke“ wurden aufgelöst, da sie in der Statistik lediglich als Kraftwerke des Steinkohlebergbaus ausgewiesen werden. Sie werden getrennt nach Großfeuerungsanlagen und TA Luftanlagen berichtet.

3.1.3.2 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 „Industriewärmekraftwerke“ enthalten. Der Brennstoffeinsatz zur Wärmeerzeugung im Unwandlungsbereich ist den Energiebilanzzeilen 33-39 bzw. der Summenzeile 40 („Energieverbrauch im Umwandlungsbereich insgesamt“) zu entnehmen.

Mit Hilfe von Angaben des Statistischen Bundesamtes (DESTATIS, 2006d) wird der Brennstoffeinsatz zur Stromerzeugung in Kraftwerken des Steinkohlenbergbaus ermittelt. Dazu wird zum Brennstoffeinsatz in reinen Stromerzeugungsanlagen der Anteil des Brennstoffeinsatzes zur Stromerzeugung in KWK-Anlagen addiert. Dieser Anteil entspricht dem Verhältnis der erzeugten Strommenge in KWK-Anlagen zur erzeugten Strom- und Wärmemenge in KWK-Anlagen. Die Aktivitätsraten zur Wärmeerzeugung in Kraftwerken des Steinkohlenbergbaus entsprechen der Energiebilanzzeile 34 „Energieeinsatz in Steinkohlenzechen- und Brikettfabriken“.

Der ausgewiesene Brennstoffeinsatz zur Stromerzeugung in Grubenkraftwerken beruht auf Verbandsangaben (persönliche Mitteilung des DEBRIV – Bundesverband Braunkohle). Der Einsatz zur Wärmeerzeugung, insbesondere zur Braunkohlentrocknung zur Herstellung von

Braukohlenprodukten ist nicht in der Energiebilanz enthalten. Dieser wird aus den Produktionszahlen der Braunkohlenprodukte (STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT 2006) 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.

Für die Herstellung von Steinkohlenkoks berechnet das Umweltbundesamt mit Hilfe des Umwandlungsausstoßes in 1000t (Energiebilanz (AGEB, 2006) in natürlichen Einheiten Zeile 23, bzw. Statistik der Kohlenwirtschaft 2006 für die Jahre ohne Energiebilanz) und dem spezifischen Energieverbrauch zur Steinkohlenerzeugung (FICHTNER 1982) den Gesamtenergieverbrauch. Der Gichtgaseinsatz in der Energiebilanzzeile 33 „Energieverbrauch in Kokereien“ wird vollständig der Herstellung von Steinkohlenkoks zugerechnet. Die Differenz zum errechneten Gesamtenergieverbrauch ist Kokerei/Stadtgas.

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.

Die Überarbeitung der Daten für 1990 und die Folgejahre 1991-1994 für die Neuen Bundesländer ist in Anhang 14.1.1 beschrieben.

Emissionsfaktoren (außer CO_2)

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 3.1.1.2 in Verbindung mit dem Kapitel 14.1.2.1 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.

3.1.3.3 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 3.1.1.3.1 beschrieben.

3.1.3.3.1 Ergebnis für N_2O

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 N_2O-Emisisonen 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 N_2O-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 3.1.1.3.2 entsprechend.

3.1.3.3.2 Ergebnis für CH_4

Die Ergebnisse des Kapitels 3.1.1.3.3 gelten entsprechend.

3.1.3.3.3 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren

Die Ergebnisse des Kapitels 3.1.1.3.4 gelten entsprechend.

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

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

Da die Inventare grundsätzlich auf den Energiebilanzen für Deutschland von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB, 2008) aufbauen und deren System zur Sicherung der Qualität zur Zeit nicht bekannt ist, erfolgt die Qualitätssicherung, -kontrolle und Verifizierung durch die Prüfung der Energiebilanz auf Vollständigkeit und Plausibilität und durch Nachfrage im Einzelfall. Im Forschungsvorhaben „Methodenaktualisierung für die Emissionsberechnung 2003 - Teilvorhaben 03 - Energie-Dokumentation der Energiebilanz (FKZ 203 41 253 / 03) wurde eine Dokumentation der Quellen für die Energiebilanz erstellt und damit ein entscheidender Beitrag zur Qualitätssicherung und –kontrolle geleistet.

Über das jeweilige System zur Qualitätssicherung der zur branchenspezifischen Zuordnung oder anderweitigen Aufteilung der Energieeinsätze verwendeten amtlichen Statistiken und Verbändestatistiken liegen dem UBA keine Informationen vor. Daher erfolgt auch hier eine Qualitätssicherung, -kontrolle und Verifizierung durch Prüfung auf Vollständigkeit und Plausibilität und persönliche Nachfrage im Einzelfall.

Die Ergebnisse des Kapitels 3.1.1.4 gelten entsprechend.

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

Aufgrund neuer Energiebilanzen und aktualisierter Auswertetabellen wurden Rückrechnungen für die Jahre 2003 bis 2006 durchgeführt. Außerdem erfolgte eine Korrektur der eingesetzten Staub- / Wirbelschichtkohle ab dem Jahr 2000.

Die Ergebnisse des Kapitels 3.1.1.5 gelten entsprechend.

3.1.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.1.c)

Die im Kapitel 3.1.1.6 beschriebene geplante Aktualisierung der Emissionsfaktoren (außer CO_2) umfasst auch die Kraftwerke und anderen Feuerungen des Bergbaubereichs.

3.1.4 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.

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

Die einzelnen Berechnungsalgorithmen sind im genannten Forschungsvorhaben ausführlich dokumentiert.

Nach der Emissionsberechnung auf der Ebene der Strukturelemente werden durch eine möglichst IPCC-konforme Aggregierung 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; DESTATIS, 2006c).

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.

Da Einzeldaten nicht vorliegen, können Gase nicht nach Branchen getrennt ausgewiesen werden. Die gesamten Gaseinsätze in 1.A.2 werden daher unter 1.A.2.f Sonstige zusammengefasst.

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.

3.1.4.1 Verarbeitendes Gewerbe - Eisenschaffende Industrie (1.A.2.a)

CRF 1.A.2.a					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
All Fuels	l / t	CO_2	1,00 %	0,57 %	fallend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**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	T2									

Die Quellgruppe Verarbeitendes Gewerbe - Eisenschaffende Industrie ist für CO_2-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Die Eisenschaffende Industrie (Subquellgruppe1.A.2.a) ist neben der Zementindustrie die zweite bedeutende CO_2-Emissionsquelle unter den Prozessfeuerungen.

3.1.4.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.a)

Sie umfasst die Produktionsbereiche Roheisen (Hochofen), Sinter, Walzstahl, Eisen-, Stahl-Temperguss und Siemens-Martin-Stahl.

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.

3.1.4.1.2 Methodische Aspekte (1.A.2.a)

Um die Berechnungsalgorithmen für die Aktivitätsdaten in der Bilanz der Emissionsursachen (BEU) homogener, konsistenter und transparenter darzustellen wurde das Modell im Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten“ (FKZ 204 41 132) überarbeitet und die Berechnungsalgorithmen wurden ausführlich beschrieben.

Diese Subquellgruppe umfasst die Prozessfeuerungen der verschiedenen Produktionsbereiche der Eisenschaffenden Industrie. Die entsprechenden Brennstoffeinsätze inklusive der Sekundärbrennstoffe sind in der BEU enthalten.

Bei den Emissionen aus der Eisen- und Stahlindustrie wird für die gesamte Zeitreihe ab 1990 zwischen prozessbedingten Emissionen und energiebedingten Emissionen unterschieden. Der Anteil der prozessbedingten Emissionen wird mit derselben Methode berechnet, die auch für den Emissionshandel verwendet wird. (berichtet und dokumentiert unter 2.C.1)

3.1.4.1.3 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.

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

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde durchgeführt.

Da es zu den in dieser Quellgruppe benutzten Datenquellen keine Alternative gibt, ist eine Verifizierung der Daten nicht möglich.

3.1.4.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.a)

Aufgrund neuer Energiebilanzen und aktualisierter Auswertetabellen wurden Rückrechnungen für die Jahre 2003 bis 2006 durchgeführt. Außerdem erfolgte eine Korrektur der eingesetzten Braunkohlenmengen ab dem Jahr 1996.

3.1.4.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.2.a)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.1.4.2 Verarbeitendes Gewerbe – Nichteisen-Metalle (1.A.2.b)

CRF 1.A.2.b					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**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										

Die Quellgruppe Nichteisen-Metalle ist keine Hauptquellgruppe.

3.1.4.2.1 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.

3.1.4.2.2 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; DESTATIS, 2006b) (Melde-Nr. 27.43, Erzeugung und erste Bearbeitung von Blei, Zink und Zinn und 27.44, Erzeugung und erste Bearbeitung von Kupfer) und für Abgrenzungen zur Strom- und Wärmeerzeugung die Statistik 067 (DESTATIS, 2006c).

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 14.1.1).

3.1.4.2.3 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.

3.1.4.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.b)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, konnte aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten nicht durchgeführt werden.

Da es zu den in dieser Quellgruppe benutzten Datenquellen keine Alternative gibt, ist eine Verifizierung der Daten nicht möglich.

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

Aufgrund neuer Energiebilanzen und aktualisierter Auswertetabellen wurden Rückrechnungen der Brennstoffeinsätze für die Jahre 2005 und 2006 durchgeführt.

3.1.4.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.2.b)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.1.4.3 Verarbeitendes Gewerbe – Chemische Industrie (1.A.2.c)

CRF 1.A.2.c					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - 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 4.2.4).

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 CO_2-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.

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

CRF 1.A.2.d					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	CS	NE	NO	NO	NO	NE	NE	NE	NE	NE
EF Unsicherheiten in %	-50 / +90									
Unsicherheitenverteilung	N									
Methode EF-Ermittlung	T2									

Diese Quellgruppe Zellstoff, Papier und Druckerzeugnisse ist keine Hauptquellgruppe.

3.1.4.4.1 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.

3.1.4.4.2 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 CO_2-Emissionsfaktoren auf der Basis von Angaben zu Kohlenstoffgehalten, Wassergehalten und Heizwerten abgeleitet.

Tabelle 21: Eingesetzte Sekundärbrennstoffe in der Zellstoff- und Papierindustrie: CO_2-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

3.1.4.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.d)

Im Rahmen eines Forschungsprojekts wurden für die die Ersatzbrennstoffe die Unsicherheiten der hergeleiteten CO_2-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. CO_2-Emissionsfaktoren für Sekundärbrennstoffe gelten inklusive der Unsicherheitenangabe für die gesamte Zeitreihe, weil keine Erkenntnisse zu Trends vorliegen. Die Zeitreihen sind somit konsistent.

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

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde durchgeführt.

Die Daten zum Einsatz von Ersatzbrennstoffen in der Papierindustrie, wurden vom Verband Deutscher Papierfabriken bereitgestellt und im Rahmen des Forschungsprojekts einer intensiven Qualitätskontrolle unterzogen (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02). Dazu wurden die physischen Mengenströme auf Konsistenz zum gesamten Energieverbrauch bei der Papierherstellung geprüft. Darüber hinaus wurden auch hier die CO_2-Emissionen aus dem

Einsatz von Regelbrennstoffen und Ersatzbrennstoffen bestimmt, um die Qualität der zugrunde liegenden Daten zu dokumentieren

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.

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

Für die Quellgruppe sind in diesem Jahr keine Rückrechnungen erfolgt.

3.1.4.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.2.d)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.1.4.5 Verarbeitendes Gewerbe – Zuckerherstellung (1.A.2.e)

CRF 1.A.2.e					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**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										

Diese Quellgruppe Zuckerherstellung ist keine.

3.1.4.5.1 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.

3.1.4.5.2 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 (DESTATIS, 2006b) und 067 (DESTATIS, 2006c) 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.

3.1.4.5.3 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.

3.1.4.5.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.e)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde nicht durchgeführt.

Da es zu den in dieser Quellgruppe benutzten Datenquellen keine Alternative gibt, ist eine Verifizierung der Daten nicht möglich.

3.1.4.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.e)

Aufgrund neuer Energiebilanzen und aktualisierter Auswertetabellen wurden Rückrechnungen der Brennstoffeinsätze für die Jahre 2005 und 2006 durchgeführt.

3.1.4.5.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.2.e)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.1.4.6 Verarbeitendes Gewerbe – Weitere Branchen (1.A.2.f, Summe)

CRF 1.A.2.f					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
All Fuels	l / t	CO_2	10,96 %	7,89 %	fallend

Die Quellgruppe Weitere Branchen (1.A.2.f) als Summe über alle weiteren Subquellgruppen ist für CO_2-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 (siehe Abbildung 1).

Neben der verbindlichen Hauptquellgruppenanalyse können die emissionsdominanten Subquellgruppen benannt werden. Dabei sind 1.A2.f Zement und 1.A.2.f Sonstige hervorzuheben, 1.A2.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.

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

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	CS	NE	NO	NO	NO	NE	NE	NE	NE	NE
EF Unsicherheiten in %	-30 / +30									
Unsicherheitenverteilung	N									
Methode EF-Ermittlung	T2									

Die Subquellgruppe ist außerhalb der verbindlichen Hauptquellgruppenanalyse als besonders relevant einzuschätzen..

3.1.4.7.1 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.

3.1.4.7.2 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, Herstellung von Zement) und für Abgrenzungen zur Strom- und Wärmeerzeugung die Statistik 067 (DESTATIS, 2006c).

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 (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), Herstellung von Kalk (Melde-Nr. 26.52 und Herstellung von Gips (Melde-Nr. 26.53) 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) der Zementindustrie anteilig zugeordnet.

Für den ab 2003 in der Statistik 067 (DESTATIS, 2006c) 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 CO_2-Emissionsfaktoren auf der Basis von Angaben zu Kohlenstoffgehalten, Wassergehalten und Heizwerten abgeleitet (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02).

Tabelle 22: Eingesetzte Sekundärbrennstoffe in der Zementindustrie: Emissionsfaktoren und biogener Anteil

Sekundärbrennstoff (Bezeichnung im ZSE)	CO_2-Emissionsfaktor [kg/ TJ]	biogener Massen-Anteil [%]
Altreifen	97.319	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

3.1.4.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Zement)

Im Rahmen des Forschungsprojekts Einsatz von Sekundärbrennstoffen wurden für die Sekundärbrennstoffe die Unsicherheiten der hergeleiteten CO_2-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. CO_2-Emissionsfaktoren für Sekundärbrennstoffe 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. Sekundärbrennstoffe 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 14.1.2.1 zu entnehmen.

3.1.4.7.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Zement)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt. Die Qualitätssicherung konnte aufgrund teilweise fehlender Fachzuständigkeiten nicht vollständig durchgeführt werden.

Im Forschungsvorhaben "Basisjahr" (UBA 2005c, FKZ 205 41 115) wurden mittels Kennziffern aus der Produktion die vorhandenen Daten 1990 der neuen Bundesländer kontrolliert und verbesserte Daten ermittelt.

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.

Da es zu den in dieser Quellgruppe benutzten Datenquellen keine Alternative gibt, ist eine Verifizierung der Daten nicht möglich.

3.1.4.7.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f Zement)

Änderungen des Berechnungsalgorithmus führten zur Rückrechnung der flüssigen Brennstoffe über die gesamte Zeitreihe ab 1995. Aufgrund neuer Energiebilanzen und aktualisierter Auswertetabellen wurden Rückrechnungen aller Brennstoffeinsätze für die Jahre 2005 und 2006 durchgeführt.

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

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.1.4.8 Verarbeitendes Gewerbe - Keramik (1.A.2.f, Keramik)

Schadstoff	CO_2	CH_4	HFC	PFC	SF_6	N_2O	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				

3.1.4.8.1 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.

3.1.4.8.2 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, Ziegelei, Herstellung von sonst. Baukeramik) und für Abgrenzungen zur Strom- und Wärmeerzeugung die Statistik 067 (DESTATIS, 2006c).

Im Endbericht zum Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten“ (FKZ 204 41 132) werden die Berechnungsalgorithmen ausführlich beschrieben.

3.1.4.8.3 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.

3.1.4.8.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Keramik)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt. Die Qualitätssicherung konnte aufgrund teilweise fehlender Fachzuständigkeiten nicht vollständig durchgeführt werden.

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

Aufgrund neuer Energiebilanzen und aktualisierter Auswertetabellen wurden Rückrechnungen für alle Brennstoffeinsätze für die Jahre 2005 und 2006 durchgeführt.

3.1.4.8.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.2.f, Keramik)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

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

Schadstoff	CO_2	CH_4	HFC	PFC	SF_6	N_2O	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				

3.1.4.9.1 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.

3.1.4.9.2 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, Herstellung von Glas und Glaswaren) und für Abgrenzungen zur Strom- und Wärmeerzeugung die Statistik 067 (DESTATIS, 2006c).

Im Endbericht zum Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten“ (FKZ 204 41 132) werden die Berechnungsalgorithmen ausführlich beschrieben.

3.1.4.9.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Glas)

Mit der Umstellung der amtlichen Statistik auf die Klassifikation der Wirtschaftszweige (DESTATIS, 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.

3.1.4.9.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Glas)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt. Die Qualitätssicherung konnte aufgrund teilweise fehlender Fachzuständigkeiten nicht vollständig durchgeführt werden.

Im Forschungsprojekt „Basisjahr und Aktualisierung“ (UBA 2005c, FKZ 205 41 115) wurden mittels Kennziffern aus der Produktion die vorhandenen Daten 1990 der neuen Bundesländer kontrolliert und verbessert.

Da es zu den in dieser Quellgruppe benutzten Datenquellen keine Alternative gibt, ist eine Verifizierung der Daten nicht möglich.

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

Aus den neu veröffentlichten Energiebilanzen der AGEB geht hervor, dass ab dem Jahr 2003 in der Glasindustrie kein Kokerei- und Stadtgas mehr eingesetzt wurde. Auf dieser Grundlage erfolgten Rückrechnungen ab dem Jahr 2003.

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

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

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

Schadstoff	CO_2	CH_4	HFC	PFC	SF_6	N_2O	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									

3.1.4.10.1 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.

3.1.4.10.2 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).

Laut Statistik 067 (DESTATIS, 2006c) 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 (DESTATIS, 2006b) verwendet.

Im Endbericht zum Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten“ (FKZ 204 41 132) werden die Berechnungsalgorithmen ausführlich beschrieben

Die Brennstoffeinsätze für die neuen Bundesländer 1990 wurden mittels des spezifischen Brennstoffverbrauchs des Jahres 1989 und der Produktion des Jahres 1990 berechnet.

In der Kalkindustrie werden seit 2003 in geringem Maße Ersatzbrennstoffe eingesetzt, die nicht in nationalen Statistiken und der Energiebilanz berücksichtigt sind. Als Quelle für Brennstoffeinsätze wurden Angaben des Bundesverbandes der Deutschen Kalkindustrie genutzt. Das Verfahren für die Zusammenstellung der Aktivitätsdaten mit Raumbezug Deutschland ab 2003 ist im Endbericht zum Forschungsvorhaben "Einsatz von Sekundärbrennstoffen" (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02) dokumentiert. Die Arten und Mengen der eingesetzten Ersatzbrennstoffe wurden vom Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie zur Verfügung gestellt. Im Rahmen des Forschungsprojekts "Einsatz von Sekundärbrennstoffen" wurden biogene Anteile von Brennstoffen hergeleitet und über Splitfaktoren in die Berechnung eingespeist. Im gleichen Vorhaben wurden für Ersatzbrennstoffe CO_2-Emissionsfaktoren auf der Basis von Angaben zu Kohlenstoffgehalten, Wassergehalten und Heizwerten abgeleitet (ebd.).

Tabelle 23: 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

3.1.4.10.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Kalk)

Mit der Umstellung der amtlichen Statistik auf die Klassifikation der Wirtschaftszweige DESTATIS, 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 CO_2-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. CO_2-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 14.1.2.1 zu entnehmen.

3.1.4.10.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Kalk)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt. Die Qualitätssicherung konnte aufgrund teilweise fehlender Fachzuständigkeiten nicht vollständig durchgeführt werden.

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 CO_2-Emissionen in das sektorale Gesamtbild ein.

Da es zu den in dieser Quellgruppe benutzten Datenquellen keine Alternative gibt, ist eine Verifizierung der Daten nicht möglich.

3.1.4.10.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Kalk)

Änderungen des Berechnunsalgorithmus führten zur Rückrechnungen der flüssigen Brennstoffe über die gesamte Zeitreihe ab 1995. Aufgrund neuer Energiebilanzen und aktualisierter Auswertetabellen wurden Rückrechnungen aller Brennstoffeinsätze für die Jahre 2005 und 2006 durchgeführt.

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

Nach Abschluss der Überarbeitung der Daten innerhalb des Forschungsvorhabens „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten“ (FKZ 204 41 132) sind derzeit keine quellenspezifischen Verbesserungen geplant.

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

Schadstoff	CO_2	CH_4	HFC	PFC	SF_6	N_2O	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 substanziell zu den CO_2-Emissionen des gesamten Energiesektors bei.

3.1.4.11.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f Sonstige)

In dieser Subquellgruppe werden alle Emissionen berichtet, für die sich die Energieeinsätze nicht entsprechend der Gliederung für 1.A.2 disaggregieren lassen. Diese Subquellgruppe ist für ca. ¾ der gesamten CO_2-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.

3.1.4.11.2 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.

Emissionsfaktoren (außer CO_2)

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 3.1.1.2 in Verbindung mit dem Kapitel 14.1.2.1 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.

3.1.4.11.3 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 3.1.1.3.1 beschrieben.

Ergebnis für N_2O: Die Ergebnisse des Kapitels 3.1.1.3.2 gelten entsprechend.

Ergebnis für CH_4: Die Ergebnisse des Kapitels 3.1.1.3.3 gelten entsprechend.

Die Ergebnisse der Ermittlung der Zeitreihenkonsistenz des Kapitels 3.1.1.3.4 gelten entsprechend.

3.1.4.11.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f Sonstige)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt. Die Qualitätssicherung konnte aufgrund teilweise fehlender Fachzuständigkeiten nicht vollständig durchgeführt werden.

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 3.1.1.4 gelten entsprechend.

3.1.4.11.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f Sonstige)

Aktivitätsraten

Die im Zuge des Reviews notwendig gewordene methodische Überarbeitung der N_2O-Emissionsfaktoren.für die Jahre 1990 bis 1994 führte zu einer Änderung dieser Emissionsfaktoren. Rückrechnungen der Aktivitätsdaten ab dem Jahr 1995 resultierten aus der Überarbeitung der Berechnungsalgorithmen. Außerdem erfolgte eine Anpassung der Aktivitätsdaten an die veröffentlichten Energiebilanzen und Auswertetabellen ab dem Jahr 2003.

Emissionsfaktoren:

Die Ergebnisse des Kapitels 3.1.1.5 gelten entsprechend.

3.1.4.11.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.2.f Sonstige)

Aktivitätsraten:

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Emissionsfaktoren:

Die im Kap. 3.1.1.6 beschriebene geplante Aktualisierung der Emissionsfaktoren (außer CO_2) umfasst auch die Kraftwerke und anderen Feuerungen des Verarbeitenden Gewerbes - Weitere Energieerzeugung.

3.1.5 Transport (1.A.3)

3.1.5.1 Transport - Ziviler Luftverkehr (1.A.3.a)

3.1.5.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.a)

CRF 1.A.3					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	--	--	--	CS	CS	CS	CS	CS
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung	T1	T1	--	--	--	T1				

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; alles Faktoren, die mit der Höhe erheblich variieren.

In der Debatte um die Klimawirksamkeit und die durch Schadstoffemissionen 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 (CO_2), Methan (CH_4), Distickstoffoxid (N_2O, Lachgas), Stickstoffoxide (NO_X, d.h. NO und NO_2), Kohlenmonoxid (CO), flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC) sowie Schwefeldioxid (SO_2).

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

Zur Emissionsberichterstattung verwendet Deutschland als Pilotnutzer Daten und Modelle der europäischen Luftsicherheitsbehörde Eurocontrol.

Eurocontrol verfügt über detaillierte und aufbereitete Daten der geflogenen Wegstrecken in allen Partnerstaaten und hat, ausgehend von diesen Daten, zwei Methoden implementiert, um Emissionen des Luftverkehrs zu berechnen: ANCAT 3 und das Advanced Emission Model 3 (AEM 3). ANCAT 3 entspricht dem Tier 3a-Verfahren der IPCC Guidelines 2006, AEM 3 dem Tier 3b-Verfahren (IPCC 2006, S 3.61). Beide Methoden berechnen die Emissionen auf Grundlage von einzelnen Flugbewegungen ohne den Treibstoffverbrauch mit nationalen Energiebilanzen abzugleichen.

Für die Jahre 1990 bis 2002 werden die Emissionen weiterhin nach der Tier 1-Methode gemäß der Gleichung 2.7 der IPCC GPG S. 2.57 (IPCC, 2000) berechnet:

Emissionen = Treibstoffverbrauch * Emissionsfaktor

Für diese Jahre sind keine Daten über die Flugbewegungen der in Deutschland operierenden Flugzeuge für verschiedene Flugphasen verfügbar.

CO_2 und SO_2- Emissionen sind unabhängig von der verwendeten Tier-Methode, da sie allein auf der Menge bzw. den Eigenschaften des eingesetzten Treibstoffs beruhen. Emissionen von NMVOC, CH_4, CO, NO_x und N_2O hingegen sind abhängig von Motoren, Flughöhen, Flugphasen u.a. und werden mit höheren Tier-Methoden genauer beschrieben. Bis auf NO_x werden diese Daten noch nicht von Eurocontrol übermittelt und müssen deshalb für die gesamte Zeitreihe weiter nach Tier 1 berechnet werden.

In den vorherigen Inventaren wurde der eingesetzte Ottokraftstoff (Flugbenzin) dem verbrauchten Kerosin zugerechnet und nicht eigenständig berichtet. Bei der Neuberechnung der Flugverkehrsemissionen wurde dieser Anteil mit angepassten Emissionsfaktoren und Heizwerten separat 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 allerdings zu einer leichten Überschätzung der nationalen Emissionen.

Aktivitätsrate:

Flugturbinentreibstoff / Kerosin

Bislang liegen für die Emissionsberichterstattung gesicherte Daten über den Treibstoffverbrauch sowie die CO_2- und NO_x-Emissionen für nationale und internationale Flüge, berechnet mit ANCAT 3 ab dem Jahr 2003 vor.

Die Verbrauchsdaten werden nicht direkt verwendet, sondern mit dem in Deutschland verkauften Flugtreibstoff entsprechend der nationalen Energiebilanz (bis 1995) bzw. Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA, ab 1996) abgeglichen (AGEB, 2008; BAFA, 2008). Dies ist notwendig, da die von Eurocontrol erfassten Flugbewegungen nicht gänzlich den für die Inventarerstellung berichtspflichtigen Flugbewegungen entsprechen und um statistische Konsistenz mit den nationalen Statistiken herzustellen.

Bei der Verwendung von Zahlen aus der Energiebilanz bzw. den BAFA-Statistiken ist eine Aufteilung des dort berichteten Kerosinverbrauchs in nationale und internationale Flüge erforderlich. Diese Aufteilung wurde bislang mit einem konstanten Wert von 20 % entsprechend einer Studie des TÜVs aus dem Jahr 1989 durchgeführt (UBA 2001). Da sich die diesem Anteil zugrunde liegenden Passagierzahlen für nationale und internationale Flüge seit damals Jahr stark verändert haben und in den IPCC Guidelines 2006 eine Aufteilung entsprechend des Flugtreibstoffverbrauchs gefordert wird, wurde diese Annahme vollständig überarbeitet (Öko-Institut, 2007).

Für die Jahre ab 2003 erfolgt die Aufteilung entsprechend dem Verhältnis des nationalen und internationalen Treibstoffverbrauchs nach Eurocontrol. Für die Jahre davor wird die Aufteilung einer exponentiellen Funktion entnommen, die im Jahr 1990 mit dem Wert von 20 % beginnt. Die Exponentialfunktion basiert auf Daten von Eurocontrol für die Jahre 1996 bis 2001, die eine höhere Unsicherheit aufweisen und deshalb nicht direkt in das Inventar übernommen werden.

Da für 2007 entsprechende Daten nicht rechtzeitig vorlagen, wurde durch Extrapolation auf Basis der Daten der drei vorangegangenen Jahre ein nationaler Anteil von 8,3 % bestimmt.

Die Entwicklung des Anteils des nationalen Flugverkehrs am Gesamttreibstoffverbrauch ist in Tabelle 13 auszugsweise dargestellt.

Tabelle 24 Entwicklung des nationalen Anteils seit 1990

Jahr	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
nationaler Anteil [%]	20,0	15,0	11,2	10,6	10,0	9,5	8,6	8,3	8,4	8,3

Flugbenzin

Erstmalig mit der Berichterstattung 2009 wird separat über die Emissionen aus dem Einsatz von Flugbenzin berichtet.

Die Aktivitätsdaten stammen bis 1995 aus den Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland (AGEB, 2008). Ab 1996 werden Daten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) verwendet (BAFA, 2008).

Emissionsfaktoren:

Flugturbinentreibstoff / Kerosin

Der Emissionsfaktor für **Kohlendioxid** wurde, ausgehend vom Gehalt an Kohlenstoff im Kerosin, hergeleitet. Dabei wurde ein Emissionsfaktor von 3,150 g/kg (73,256 kg/kJ) zugrunde gelegt.

Die Emission von **Schwefeldioxid** ist ausschließlich von der Konzentration des Schwefels im Kraftstoff abhängig. Allerdings unterliegt der Schwefelgehalt auch regionalen Schwankungen. Er wird daher aus Konsistenzgründen vom Verkehrsbereich des UBA ermittelt, der alle kraft- und treibstoffrelevanten Kenngrößen bereitstellt (letztmalig im September 2004). Die Konzentration des Schwefels im Kraftstoff beträgt entsprechend den Messungen aus dem Jahre 1998 etwa 210 ppm, d.h. 0,021 Massenprozent (DÖPELHEUER, 2002) oder 210 mg/kg. Nach Aussagen der deutschen Shell AG und dem deutschen Mineralölwirtschaftsverband entspricht die Größenordnung des Schwefelgehaltes von Kerosin der von schwefelarmem Dieselkraftstoff – präzise allgemeingültige Daten wurden aber nicht vorgelegt. Da die starke Absenkung des Schwefelgehaltes in den Kraftstoffströmen der Raffinerien auch einen positiven Einfluss auf das Kerosin haben wird, kann ein Schwefelgehalt im Kerosin von 210 mg/kg zugrunde gelegt werden. Unter der Annahme einer vollständigen Umsetzung ergibt sich somit ein Emissionsfaktor von 0,4 g/kg, der künftig verwendet werden soll. Zur Information sei hinzugefügt, dass ein kleiner Teil des emittierten Schwefeldioxids zu SO_3 weiteroxidiert wird, das seinerseits mit Wasser zu Schwefelsäure umgesetzt wird. Der in den IPCC-Richtlinien angegebene Wert von 1,0 g/kg für den Reiseflug und 2,4 g/kg für den LTO-Zyklus wird als nicht aktuell angesehen.

Emissionsfaktoren für die anderen Schadstoffe wurden bisher bis zum Jahr 1999 auf Basis des Forschungsprojekts „*Ermittlung der Abgasemissionen aus dem Flugverkehr über der Bundesrepublik Deutschland*“ (UBA, 1989) durch Rückrechung aus Emissionen ermittelt.

Die Umrechnung der Emissionsfaktoren auf die entsprechenden Energieäquivalente unter Berücksichtigung der Heizwerte erfolgte für Kerosin mit einem Umrechnungsfaktor von 43.000 kJ/kg.

Flugbenzin

Die zur Berechnung der Emissionen aus Flugbenzin verwendeten Emissionsfaktoren wurden im Rahmen eines Forschungsvorhabens vom Öko-Institut Berlin ermittelt. Sie entsprechen teilweise den für den Einsatz von Kerosin verwendeten (CH_4, N_2O, NO_x, SO_2), teilweise entstammen sie aber auch den IPCC Guidelines von 1996 (NMVOC, CO) und 2006 (CO_2).

Die Umrechnung in Energieäquivalente erfolgte für Flugbenzin mit einem Umrechnungsfaktor von 44.300 kJ/kg.

Die verwendeten Emissionsfaktoren sowohl für Kerosin als auch Flugbenzin sind in Tabelle 25 dargestellt.

Tabelle 25 Verwendete Emissionsfaktoren

	CO_2	CH_4	N_2O	NH_3	NO_X	CO	NMVOC	SO_2	TSP*
	[kg/TJ]								
	Kerosin								
1990	73.265	1,00	1,50	4,00	323,06	361,47	59,62	25,03	12,00
1991	73.265	1,00	1,50	4,00	333,35	365,39	59,00	24,00	12,00
1992	73.265	1,00	1,50	4,00	341,88	369,01	59,00	24,00	12,00
1993	73.265	1,00	1,50	4,00	350,00	372,50	59,00	24,00	12,00
1994	73.265	1,00	1,50	4,00	358,00	376,00	59,00	24,00	12,00
1995	73.265	1,00	1,50	4,00	366,00	379,50	59,00	9,30	12,00
1996	73.265	1,00	1,50	4,00	374,00	383,00	59,00	9,30	12,00
1997	73.265	1,00	1,50	4,00	382,00	386,50	59,00	9,30	12,00
1998	73.265	1,00	1,50	4,00	390,00	390,00	59,00	9,30	12,00
1999	73.265	1,00	1,50	4,00	390,00	390,00	59,00	9,30	12,00
2000 - 2007	73.265	0,93	3,49	4,00	325,58	213,95	37,44	9,30	12,00
	Flugbenzin								
1990 - 2007	69.300	0,93	3,49	-	325,58	15.000,00	300,00	9,30	27,04**

* EF (TSP) = EF (PM_{10}) = EF ($PM_{2.5}$)

** Wert berechnet aus dem Bleigehalt von AvGas 100 LL (0,56 g/L) (vgl. Staubemissionen aus verbleitem Ottokraftstoff im Straßenverkehr)

Quelle: CRF; Öko-Institut (2007)

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

Die Aufteilung der Energiebilanz in einen nationalen und internationalen Anteil ist mit Unsicherheiten behaftet. In der durch das Öko-Institut durchgeführten Untersuchung (Öko-Institut, 2007) konnte der Wert von 20 % als nationaler Anteil am gesamten Kerosinverbrauch für das Basisjahr bestätigt werden. Für die Jahre 1991 bis 2002 wird der Anteil anhand einer exponentiellen Funktion berechnet, deren Unsicherheit aufgrund fehlender Daten nicht quantifizierbar ist.

Ab dem Jahr 2003 werden Daten von Eurocontrol verwendet, die mit dem Modell ANCAT 3 erstellt wurden. Die europäische Luftsicherheitsbehörde hat für einzelne Flüge einen Abgleich der Ergebnisse mit den tatsächlichen Treibstoffverbräuchen vorgenommen und kommt zu dem Schluss, dass der Fehler ca. 10 bis 12 % beträgt[19]. Hauptursachen sind die geringe Anzahl der Flugzeugklassen, die fehlende Berücksichtigung von unterschiedlichen Flugzeugmotoren innerhalb einer Flugzeugklasse sowie die Differenz zwischen angenommener und tatsächlicher Flugstrecke. Alleine der Fehler der angenommenen Flugstrecke beträgt laut Eurocontrol ca. 6 %. Sobald Daten nach AEM 3 verfügbar sind (siehe methodische Aspekte oben), sollen diese zur Berichterstattung verwendet werden. Deren Fehler liegt dann nur noch bei etwa 3 bis 5 %.

[19] Eurocontrol hat im Allgemeinen keine Angaben zum Kerosinverbrauch einzelner Flüge. Einige Fluggesellschaften haben für eine begrenzte Anzahl von Flügen auf freiwilliger Basis den tatsächlichen Kerosinverbrauch an Eurocontrol übermittelt, damit eine Überprüfung der modellierten Ergebnisse durchgeführt werden kann.

3.1.5.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.a)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

Die derzeitige Berechnungspraxis wurde auf der Basis aktuellerer Daten und Erkenntnisse verifiziert. Dies betrifft die verschiedenen eingesetzten Emissionsfaktoren und den zur Umrechnung in energiebezogene Emissionsfaktoren benötigten Energiegehalt.

Die vorgeschlagenen Emissionsfaktoren des IPCC wurden bei den folgenden Erwägungen berücksichtigt. Allerdings muss hier festgestellt werden, dass die vorgeschlagenen Werte mit einer Durchschnittsflotte generiert wurden, die dem deutschen Flugverkehr nicht entspricht. Dies bedeutet, dass die Werte nach vorliegenden Erkenntnissen in der vorgeschlagenen Weise nicht verwendet werden können. Die Ergebnisse der Verifikation werden als Ausgangsbasis der zukünftigen, geplanten Verbesserungen dienen.

Für die Ermittlung der Emissionen des Flugverkehrs mussten bereits für den NIR 2003 die bislang verwendeten Emissionsfaktoren aufgrund neuerer Informationen sowie der Fortentwicklung der Technologie bei Flugzeugtriebwerken überarbeitet und angepasst werden. Da – wie bereits oben ausgeführt – die Verbrennung jedoch mit variierender Flughöhe unterschiedlich verläuft, ist die Generierung von Emissionsfaktoren zuweilen problematisch. Für größere Flughöhen ist hierbei eine Korrelation zu den für den LTO-Zyklus (Landing/Take-off-Zyklus, d.h. Flugbewegungen bis 3.000 Fuß bzw. ca. 915 m) ermittelten Emissionsfaktoren erforderlich. So ist beispielsweise die Bildung von Stickstoffoxiden in hohem Maße von äußeren Bedingungen bzw. von den sich mit der Höhe verändernden Bedingungen in der Brennkammer abhängig.

In Zusammenhang mit den Emissionen der **Stickstoffoxide** hat sich insofern ein tiefgreifender Wandel vollzogen, als mit dem Bemühen, die Triebwerke treibstoffeffizienter zu gestalten, der durchschnittliche Emissionsfaktor angestiegen ist. Allerdings wurde in der Vergangenheit beispielsweise der Reiseflug überschätzt, was sich auch im Wert der Tabelle 3 widerspiegelt. Die Ermittlung des Emissionsfaktors von Stickstoffdioxid gestaltet sich daher insgesamt schwierig (DÖPELHEUER, 2002; RAND, 2003; UBA, 2001a). Korrekterweise müsste an dieser Stelle zudem zunächst von Stickstoffoxiden allgemein gesprochen werden, d.h. der Summe aus Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid. Im Triebwerk entsteht zunächst überwiegend Stickstoffmonoxid, das erst nach Ausstoß aus dem Triebwerk in Stickstoffdioxid umgesetzt wird. Deswegen bezieht sich der in der Folge genannte Emissionsfaktor auf die Gesamtheit der Stickstoffoxide, auch wenn effektiv eine vollständige Oxidation zu Stickstoffdioxid erfolgt.

Quelle des nötigen Stickstoffs ist neben der Luft vor allem der Treibstoff, in dem dieser organisch gebunden vorliegt. Die Bildung der Stickstoffoxide hängt in der Folge von der Brennkammereintrittstemperatur, dem Brennkammereintrittsdruck, der Verweilzeit der heißen Gase in der Brennkammer und dem lokalen Äquivalenzniveau des Kraftstoff-Luft-Gemisches ab. Aufgrund der unterschiedlichen derzeit in Betrieb befindlichen Technologien können die Triebwerksmuster in drei unterschiedliche Gruppen eingeteilt werden (hohes, mittleres und niedriges Emissionsniveau)(RAND, 2003).

Verlässliche Werte sind derzeit nur über die ICAO-Datenbank verfügbar (ICAO, 2002). Diese beziehen sich allerdings lediglich auf den LTO-Zyklus. Mit dem Zyklus wird überprüft, ob die international völkerrechtlich verbindlichen Grenzwerte (bislang für Stickstoffoxide, Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe und Ruß festgelegt) eingehalten werden. Es handelt sich dabei um Zertifizierungsgrenzwerte, in die die unten dargestellten Flugphasen mit einer bestimmten Zeitdauer und einem bestimmten Schub eingehen (siehe Tabelle 26).

Tabelle 26: Referenzphasendauer für Triebwerke nach ICAO

	Rollen am Boden	Startlauf	Steigflug	Anflug und Landung	Summe
Schub	7 %	100 %	85 %	30 %	-
Dauer	26:00	0:42	2:12	4:00	32:54

Um vom Emissionsfaktor des LTO-Zyklus auf jenen des Reiseflugs zu schließen, bedarf es Korrelationsmethoden, wie die beispielsweise vom DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.) verwendete p^3-T^3-Methode, die sich auf die Temperaturen und Drücke am Brennkammereintritt bezieht. Bei Triebwerken mit einem höheren Bypassverhältnis nimmt der spezifische Ausstoß von Stickstoffoxiden geringfügig ab (DLR, 1999).

Für Flugzeuge mit „hohem“ NO_X -Ausstoß wurde ein Durchschnitt der NO_X -Emissionen von etwa 14,5 g/kg, für solche mit „mittlerem“ Ausstoß an NO_X von etwa 13,5 g/kg und für Triebwerke mit Technologien, die derzeit einem „niedrigen“ spezifischen Ausstoß an Stickstoffoxiden entsprechen von etwa 11 g/kg ermittelt (bezogen auf Werte der ICAO-Datenbank, d.h. nur für den LTO-Zyklus) (RAND, 2003). Von hoher Relevanz sind in diesem Zusammenhang die Angaben von Emissionsfaktoren zu NO_X, HC und CO auf der Basis unterschiedlicher Quellen (IPCC, 1999). Allerdings beziehen sich diese auf das Basisjahr 1992 sowie auf Vorhersagen für 2015.

Folgende Werte werden dabei von drei Forschungseinrichtungen für 1992 und 2015 angegeben. Sämtliche in der Folge vom DLR, von der NASA (National Aeronautics and Space Administration) und von ANCAT (Abatement of Nuisances from Civil Air Transport) wiedergegebenen Werte beziehen sich auf den gesamten durchschnittlichen Flug, d.h. den LTO-Bereich und den Reiseflug (siehe Tabelle 27).

Tabelle 27: NO_X -Emissionsfaktoren für 1992 und 2015 von NASA, ANCAT und DLR, ohne militärischen Flugverkehr (alle Flugphasen)

Quelle:	1992	2015
NASA	12,6	13,7
ANCAT	14,0	12,4
DLR	14,2	12,6

Quelle: IPCC 1999

Berücksichtigt werden muss in diesem Zusammenhang, dass aufgrund der im Laufe der letzten Jahrzehnte gestiegenen Druck- und Temperaturverhältnisse in den Brennkammern der durchschnittliche Emissionsfaktor von NO_X angestiegen ist. Bei den DLR- und ANCAT-Szenarien dürfte deswegen für den ermittelten Wert eine Rolle spielen, dass für 2015 bereits ein größerer Anteil an Triebwerken mit geringerem spezifischen Stickstoffoxidausstoß angenommen wurde, der Zenit beim Emissionsfaktor EF (NO_X) also überschritten ist.

Auf der Basis des Jahres 1995 kann ein weltweit durchschnittlicher EF (NO_X) von 13,0 g/kg angegeben werden (UBA, 2001a). Dieser Wert beruht auf Berechnungen, die vom DLR explizit für diese Studie für bestimmte Streckenprofile durchgeführt worden sind.

Folgende Faktoren sollten insgesamt für die Festlegung des EF (NO_X) berücksichtigt werden:

1. Die mittlere Schätzung für 1992 liegt bei 13,6 g/kg, die für 1995 bei 13,0 g/kg.
2. Aufgrund der gestiegenen Drücke und Temperaturen in den Brennkammern der „Durchschnittsflotte“ ist der EF (NOX) gegenüber 1992 angestiegen.
3. Der „LTO-Durchschnitt“ des Großteils der gegenwärtigen Weltluftfahrtflotte liegt entsprechend bei etwa 14,5 g/kg (RAND, 2003).
4. Der Anteil von Triebwerken mit sehr niedrigen spezifischen Stickstoffoxidemissionen ist derzeit noch klein.

Demnach kann derzeit von einem mittleren EF (NO_X) von etwa 14,0 g/kg ausgegangen werden. Die Werte des IPCC Reference Manual (IPCC 1996b, S.1.96) werden für Deutschland als zu hoch angesehen. Dies ist vor allem damit zu begründen, dass der Durchschnittswert mit Flugzeugmustern (und damit Triebwerksmustern) ermittelt wurde, die der heutigen Flotte, die den innerdeutschen Flugverkehr bedient, nicht entspricht. Zudem ist das von IPCC zugrunde gelegte Datenmaterial vergleichsweise alt.

Unverbrannte **Kohlenwasserstoffe** gehören neben Kohlenmonoxid zu den wesentlichen Produkten aus der unvollständigen Verbrennung des Kerosins und werden vor allem bei niedrigen Laststufen emittiert. Mit der Verbesserung der Treibstoffeffizienz der Triebwerke und dem damit einhergehenden Anstieg der Temperaturen und Drücke in den Brennkammern ist auch ein Rückgang des spezifischen Emissionsfaktors für unverbrannte Kohlenwasserstoffe zu beobachten. So wird der EF (HC) für den weltweiten Linienflugverkehr für 1986 für alle Flugphasen mit 1,34 g/kg, für 1989 mit 1,25 g/kg und für 1992 mit 1,12 g/kg angegeben (DLR, 1999). Untersuchungen der emittierten Kohlenwasserstoffe haben gezeigt, dass mit steigender Last des Triebwerks die Länge der Kohlenstoffketten der bei der Verbrennung des Kerosins entstehenden Kohlenwasserstoff-Fraktionen abnimmt. Während bei 80 % Last überwiegend C1- und C2-Bruchstücke entstehen, liegt bei 7 % und 30 % Schub das Maximum beim Ausstoß von Molekülen mit C2- und C3-Körpern. Allerdings ist bei niedrigen Laststufen eine größere Anzahl deutlich längerer Kohlenwasserstoff-Bruchstücke vorhanden. Der Emissionsfaktor bei unterschiedlichen Laststufen variiert erheblich. So lag er bei einem Testlauf mit dem Triebwerk TF-39-1C bei 7 % Schub bei 18,9 g/kg, bei 80 % Schub hingegen nur noch bei 0,04 g/kg. Je höher die Laststufe, desto höher ist auch der Anteil der Alkane gegenüber den Alkenen; die Aromaten liegen zwischen 3 und 9 %, sauerstoffhaltige Kohlenwasserstoffe machen etwa 25 % aus (DÖPELHEUER, 2002).

Von IPCC werden – basierend auf Daten der NASA - in *„Aviation and the Global Atmosphere“, Kapitel 9: Aircraft Emissions* für verschiedene Jahre unterschiedliche Emissionsfaktoren (für alle Flugphasen) angegeben (IPCC, 1999). Die Werte beziehen sich auf den gesamten weltweiten Flugverkehr exklusive militärischem Flugverkehr. Demnach lag der EF (HC) 1976 bei 5,1 g/kg, 1984 bei 3,3 g/kg und 1992 bei 2,3 g/kg. Für 2015 wird ein Durchschnittswert von 1,0 g/kg prognostiziert. Da die Erhöhung der Treibstoffeffizienz kontinuierlich, d.h., ohne sprunghafte Entwicklungen, erfolgt und die Höhe des EF (HC) sich umgekehrt proportional hierzu verhält, ist eine Durchschnittsbildung der Werte von 1992 und 2015 für einen aktuellen Berichtswert gerechtfertigt. Es wird deswegen ein EF (HC) von derzeit 1,65 g/kg für alle Kohlenwasserstoffe (inkl. Methan) angenommen.

Allerdings ist hier neben den größeren Kohlenwasserstoff-Bruchstücken auch der Anteil der C1-Körper einbezogen. Falls es sich dabei um keine radikalische Spezies handelt und ein

reiner Kohlenwasserstoff vorliegt, gehört zu dieser Gruppe eben auch Methan. Für die Ermittlung des Anteils an Methan müsste nun auf der Basis der durchschnittlichen Laststufe und anderer Faktoren auf Methan rückgerechnet werden, was aufgrund methodischer Schwierigkeiten kompliziert ist. Grundsätzlich liegt derzeit somit keine gesicherte wissenschaftliche Grundlage für eine Festlegung eines genauen EF (CH_4) vor. Es muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass im Rahmen des Europäischen Projektes PARTEMIS (Measurement and prediction of emissions of aerosols and gaseous precursors from gas turbine engines), das der Messung von Aerosolen und gasförmigen Vorläufersubstanzen aus Flugtriebwerken dient, auch chromatographische Untersuchungen der emittierten Kohlenwasserstoffspezies durchgeführt wurden, die auch Rückschlüsse auf den Emissionsfaktor von Methan erlauben. Die Ergebnisse werden in Kürze publiziert und erlauben dann möglicherweise die Angabe eines genaueren Wertes.

Ähnliche Messungen erfolgten bereits Mitte der 90er Jahre an je einem Triebwerk von Pratt & Whitney (PW 305) und Rolls Royce (RB211). Die dabei ermittelten Werte wurden veröffentlicht (Wiesen et al, 1994 und 1996).

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Informationen ist von einem **Emissionsfaktor von 0,04 g/kg für Methan auszugehen**. Hierbei ist zu beachten, dass Methan bereits in der oben genannten Angabe zu Kohlenwasserstoffen enthalten ist. **Der mittlere EF für NMVOC muss deswegen entsprechend gesenkt und mit 1,61 g/kg angegeben werden**.

Kohlenmonoxid entsteht durch die unvollständige Oxidation des Kohlenstoffs bei der Verbrennung von Kerosin. Während die erste Teilreaktion der Oxidation von Kohlenstoff zu Kohlenmonoxid schnell verläuft, ist die zweite Teilreaktion der Oxidation zu Kohlendioxid hinsichtlich der Gesamtreaktion geschwindigkeitsbestimmend. Ein Teil des Kohlenmonoxids wird bei der Verbrennung nicht vollständig umgesetzt.

Von IPCC wird analog zu HC der durchschnittliche Emissionsfaktor für CO für vier verschiedene Jahre für alle Flugphasen (LTO und Reiseflug) angegeben (IPCC, 1999). Demnach betrug der Wert unter Berücksichtigung auch des militärischen Flugverkehrs 1976 19,7 g/kg, 1984 15,2 g/kg und 1992 11,3 g/kg. Für 2015 wird von der NASA ein Wert von 7,1 g/kg prognostiziert (IPCC, 1999). Da auch hier eine in etwa lineare kontinuierliche Abnahme zu erkennen ist, ist auch hier das Heranziehen des Mittels der Jahre 1992 und 2015 als aktueller EF (CO) gerechtfertigt. **Es wird somit ein EF-Wert für CO von 9,2 g/kg angenommen.**

Da **Kohlendioxid** mengenmäßig die überragende Bedeutung bei den Emissionen hat, ist auf die Entwicklung eines möglichst genauen Emissionsfaktors Wert zu legen (DÖPELHEUER, 2002). Die Grundlage für die Ermittlung des Emissionsfaktors für Kerosin bildet die durchschnittliche Zusammensetzung dieses Treibstoffs. Dieser besteht zu etwa 35 Vol. % aus Alkanen, zu etwa 45 Vol. % aus Cycloalkanen, zu etwa 17 Vol. % aus Aromaten und schließlich zu 1 Vol. % aus Alkenen. Grundsätzlich gibt es starke regionale Unterschiede bei der Zusammensetzung. - Werden die Kettenlängen der Kohlenwasserstoffe betrachtet, so dominiert mengenmäßig die Fraktion mit 11 bis 12 Kohlenstoffatomen. Werden weiterhin der durchschnittliche Wasserstoffanteil des Kerosins und die durchschnittliche Molmasse von 167 g/mol berücksichtigt, lässt sich Kerosin vereinfacht durch die Summenformel $C_{12}H_{23}$ beschreiben. Bei einer vollständigen Verbrennung entstehen aus einem kg Kerosin somit rein stöchiometrisch 1,24 kg Wasser und 3,15 kg Kohlendioxid. Der durchschnittliche

Emissionsfaktor für Kohlendioxid aus Kerosin ist somit mit **3.150 g/kg** anzugeben. Dieser Wert ist auch durch zahlreiche Publikationen abgesichert (u.a. IPCC, 1999, S. 3.64).

Distickstoffoxid ist ebenfalls ein Produkt der Oxidation von Stickstoff in der Brennkammer, das in Spuren entstehen kann. Die Datenlage ist grundsätzlich schlecht. Die Substanz wurde ebenfalls im Projekt PARTEMIS gemessen, dessen Ergebnisse aber derzeit noch nicht publiziert sind. Wie bereits zu Methan ausgeführt, wurden bereits Mitte der Neunzigerjahre Ergebnisse zu Lachgas und Methan aus der Untersuchung je eines Triebwerks von Pratt & Whitney (PW 305) und von Rolls Royce (RB211), die unter verschiedenen Flugbedingungen mit Hilfe von Infrarotspektroskopie ermittelt wurden, publiziert (Wiesen et al, 1994 und 1996). Diese Untersuchungen ergaben für **N_2O** einen durchschnittlichen **Emissionsfaktor** von **0,15 g/kg**. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass mehr N_2O als Ammoniak in der Brennkammer entsteht, da es sich um ein Produkt mit einer mittleren Oxidationsstufe handelt. Derzeit wird mit einem Faktor von 0,1 g/kg gerechnet. Im Rahmen von TREMOD wird ein Wert von 0,32 g/kg verwendet. Insgesamt erscheint ein Wert von 0,15 g/kg, wie er in den obigen Publikationen angegeben wird, plausibel.

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

Aufgrund der Neuberechnung des Anteils für inländische Flüge aus der Gesamtmenge des verbrauchten Kerosins aus den Energiebilanzen bzw., ab 1996, aus Angaben des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), der erstmaligen Differenzierung zwischen Kerosin und Flugbenzin, der Verwendung höherer Tier-Methoden für NO_x und aufgrund des korrigierten Emissionsfaktors für Kohlendioxid erfolgt eine vollständige Neuberechnung der Flugverkehrsemissionen.

Der nationale Anteil am verkauften Flugturbinenkraftstoff (Kerosin) ist von 20 % im Jahr 1990 auf 8,3 % (extrapolierter Wert) im Jahr 2007 kontinuierlich gesunken; damit einhergehend nahmen auch die Emissionen anteilig ab.

3.1.5.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.3.a)

Im Rahmen eines weiterführenden Forschungsprojektes zur Nutzbarmachung originärer Eurocontrol-Daten bemühen sich Öko-Institut und Umweltbundesamt darum, noch bestehende Datenlücken zu schließen und den Einsatz der Tier3-Methode auszuweiten.

Sobald von Eurocontrol Daten aus dem AEM 3-Modell geliefert werden können, sollen diese, da sie einen geringeren Fehler aufweisen, zur Berichterstattung verwendet werden.

3.1.5.2 Transport - Straßenverkehr (1.A.3.b)

3.1.5.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.b)

CRF 1.A.3.b					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
All Fuels	l / t	CO_2	11,91 %	14,13 %	steigend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS/M	-	-	-	CS/M	CS/M	CS/M	CS/M	CS/M
EF Unsicherheiten in %	-	-	-	-	-	-				
Unsicherheitenverteilung	-	-	-	-	-	-				
Methode EF-Ermittlung	T 3	T 3	T 3	T 3	T 3	T 3				

Die Quellgruppe Straßenverkehr ist für CO_2-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.

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

Durch Einführung des Katalysators und motortechnische Verbesserungen infolge der kontinuierlichen Verschärfung der zulässigen Abgaswerte sowie durch verbesserte Kraftstoffqualitäten sind die Emissionen aus dem Straßenverkehr an CH_4, NO_X, CO, NMVOC und SO_2 seit 1990 drastisch zurückgegangen.

Die starke Abnahme des Methan-Emissionsfaktors für Benzin und damit auch der Methan-Emissionen zwischen 1990 und 1993 ist im Speziellen durch drastische Reduzierung der Kraftfahrzeuge mit Zweitaktmotoren in den neuen Bundesländern bedingt. Weitere Reduktionen 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 besonders deutlich vermindert (-40%). Da EURO3-Fahrzeuge ab dem Jahr 2000 sehr schnell in den Markt kamen, verminderten sich der Emissionsfaktor und die Emissionen für Kohlenwasserstoffe aus Dieselkraftstoff nach 2000 deutlich. Dies gilt analog für Methan, dass als fester Anteil an den Gesamt-HC-Emissionen berechnet wird.

N_2O-Emissionen entstehen hauptsächlich infolge unvollständiger Reduktion von NO zu N_2 im 3-Wege-Katalysator und sind gesetzlich nicht limitiert. Durch die wachsende Zahl von PKW mit Katalysator stiegen die N_2O-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 N_2O-Emissionen wird sich daher fortsetzen.

Die CO_2-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 CO_2-Emissionen feststellbar. Die Emissionen aus fossilen Kraftstoffen sind 2007 gegenüber 2000 um 27,3 Mio. t gesunken. Diese Entwicklung dürfte im Wesentlichen auf die Verringerung der spezifischen Kraftstoffverbräuche, eine 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 28: Emissionen des Straßenverkehrs

[Gg]	CO_2 fossil	CO_2 *bio**	CH_4	N_2O	NO_X	CO	NMVOC	SO_2
1990	150.358,33	*0,00*	60,53	1,96	1.341,45	6.527,26	1.408,97	90,20
1995	165.104,03	*106,48*	30,34	4,63	1.146,46	3.823,15	593,00	69,31
2000	171.243,27	*869,14*	15,68	4,82	997,66	2.452,04	278,41	19,68
2005	151.123,11	*5.218,30*	8,42	3,78	650,60	1.516,31	149,80	0,80
2006	147.120,45	*7.545,62*	7,62	3,56	609,11	1.383,45	137,08	0,79
2007	144.114,20	*11.737,48*	6,95	3,48	566,14	1.279,37	127,63	0,80

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

Die Berechnung der CO_2-Emissionen aus dem motorisierten Straßenverkehr in Deutschland erfolgt mit einem „*top-down*"-Ansatz (Tier 1-Verfahren) auf der Grundlage der in Deutschland verkauften Kraftstoffe. Die Daten hierzu liegen in Form der *Energiebilanzen* vor. Zur Bestimmung der CO_2-Emissionen werden die einzelnen Kraftstoffverbräuche (Benzin ohne Bio-Ethanol, Diesel ohne Biodiesel, Petroleum, Flüssiggas) mit landesspezifischen CO_2-Emissionsfaktoren multipliziert.

Die Berechnung der Nicht-CO_2-Emissionen erfolgt mit Hilfe des Modells TREMOD („Transport Emission Estimation Model"; IFEU, 2005)[20]. Darin ist ein „*bottom-up*"„-Ansatz (Tier 3-Verfahren) implementiert, bei dem Fahrleistungen der einzelnen Fahrzeugschichten mit landesspezifischen 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. Die Emissionen werden mit Hilfe von Faktoren, die aus diesem Abgleich gewonnen wurden, korrigiert. Für benzingetriebene Fahrzeuge werden in Abhängigkeit von der Minderungstechnik Verdampfungsemissionen an VOC berechnet.

Aus den Emissionen und den Kraftstoffverbräuchen der einzelnen Fahrzeugschichten werden aggregierte, kraftstoffbezogene Emissionsfaktoren abgeleitet (kg Emission pro TJ Kraftstoffeinsatz) und über eine Schnittstelle (siehe Kapitel 17.3) an das ZSE übergeben. In Anlehnung an die CORINAIR-Berichtsstruktur sind diese Faktoren nur noch nach der

20 Um Minderungsmaßnahmen ableiten und bewerten zu können, werden mit TREMOD auch der Energieverbrauch und die CO_2-Emissionen der einzelnen Fahrzeugkategorien berechnet. Die Werte werden anschließend mit dem Gesamtverbrauch und der Gesamtemission an CO_2 abgeglichen.

Kraftstoffart, der Straßenart (Autobahn, Landstraße, Innerortsstraße) und innerhalb der Fahrzeugkategorien nach „ohne/mit“ Schadstoffminderungstechnik differenziert. Bei der Minderungstechnik wird wie folgt unterschieden:

Tabelle 29: 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 2001 bis 2003 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. Die Bestände der Jahre 2004 bis 2007 wurden mit Hilfe eines Flottenumschichtungsmoduls in TREMOD, das Trends der Bestandsentwicklung der Vergangenheit fortschreibt, berechnet.

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 Emissionsfaktoren abgeleitet wurden, die vom Fahrverhalten und der Verkehrssituation abhängen. Im Rahmen mit Daten aus der Feldüberwachung wurden die PKW-Emissionsfaktoren für PKW bis zum Baujahr 1994 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.

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

Wie bereits angesprochen erfolgt die Berechnung der CO_2-Emissionen in Deutschland auf Basis der verkauften Kraftstoffmengen (top-down-Ansatz).

Aufgrund eines teilweise starken Preisgefälles zu fast allen Nachbarstaaten (alle außer Dänemark) werden hierzulande seit längerem aber auch Kraftstoffe eingesetzt, die jenseits der Grenzen gekauft und als Grauimporte eingeführt werden (BUND, 2006).

Zum Umfang dieses in erster Linie für die grenznahen Regionen Deutschlands bedeutenden und als „Tanktourismus“ bezeichneten Phänomens können zurzeit noch keine genauen Angaben gemacht werden. Ein belastbares Gesamtbild existiert trotz mehrerer Detailuntersuchungen noch 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).

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

Untersuchungen zu Unsicherheiten der Daten wurden bisher nicht durchgeführt.

3.1.5.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.b)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

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

Die vorgelegten Emissionsdaten wurden mit Hilfe der TREMOD-Version 5.01 berechnet (IFEU, 2005). Gegenüber dem Berichtsjahr 2008 wurde eine Anpassung der Aktivitätsraten (Kraftstoffverbräuche) für die Jahre 2000 bis 2006 an die aktuell vorliegenden Werte der Energiebilanzen, der Amtlichen Mineralöldaten des BAFA und der Daten des Mineralölwirtschaftssverbandes (MWV) vorgenommen (vgl. Anhang Tabelle 158).

Des Weiteren lagen erstmals Daten zum Anteil von Bio-Ethanol am Verbrauch von Otto-Kraftstoffen vor. Aufgrund der verbesserten Datenverfügbarkeit und der erhöhten Relevanz des Verbrauchs von Bio-Ethanol wurden die zugehörigen Emissionen erstmals gesondert berechnet. Diese werden wie die Emissionen aus Biodiesel und Pflanzenöl nicht der Quellgruppe 1.A.3.b zugeordnet, sondern als Emissionen aus Biomasse gesondert berichtet.

Relevante Verschiebungen gegenüber dem Berichtsjahr 2008 ergeben sich daraus nur für die CO_2-Emissionen (2005: minus 0,5 Mio t; 2006: minus 1,0 Mio t).

3.1.5.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.3.b)

Im Rahmen eines Gutachtens sollen die Unsicherheiten der in TREMOD einfließenden Aktivitätsdaten, der in TREMOD selbst erzeugten Emissionsfaktoren und der im Zentralen System Emissionen (ZSE) berechneten Emissionen ermittelt werden.

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

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

CRF 1.A.3.c					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
All Fuels	- / t	CO_2	0,23 %	0,13 %	fallend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFCHFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	--	--	--	CS				
EF Unsicherheiten in %	--	--	--	--	--	--				
Unsicherheitenverteilung	--	--	--	--	--	--				
Methode EF-Ermittlung	T1	T1	--	--	--	T1				

Die Quellgruppe Schienenverkehr ist für CO_2-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach dem Trend.

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 % erhöht[21]. Die Bahnstrom-Kraftwerke zur Erzeugung des Bahnstromes sind dem stationären Anteil der Energiebranche zugeordnet (1.A.1.a) und bei den weiteren Beschreibungen nicht erfasst.

Für den Energieeinsatz in den Zügen der Deutsche Bahn AG spielt neben elektrischem Strom nur noch der Dieselkraftstoff eine bedeutendere Rolle.

Geringe Mengen an festen Brennstoffen werden durch die Nutzung historischer Fahrzeuge verursacht, also im Wesentlichen zu Schauzwecken betriebene Dampflokomotiven. Auswertbare Verbrauchsdaten und daraus resultierende Emissionen liegen für Braunkohle bis 2002, für Steinkohle bis 2000 vor. Darüber hinaus ist eine Berechnung der Emissionen aus dem Verbrauch fester Brennstoffe nicht möglich.

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

3.1.5.3.2 Methodische Aspekte (1.A.3.c)

Für diese Quellgruppe werden keine spezifischen Angaben in der IPCC Good Practice Guidance (2000: Kap. 2) gemacht. Die Emissionen werden deshalb als Produkt aus den verbrauchten Kraft- und Brennstoffen und landesspezifischen Emissionsfaktoren berechnet.

[21] aus Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 54.Jahrgang (2004), Heft 3, S. 185

Dieses Vorgehen entspricht der allgemeinen Tier 1-Methode und der prinzipiellen Berechnungsvorschrift nach Gleichung 2.6 der IPCC Good Practice Guidance (2000, S. 2.46).

Aktivitätsrate:

Die Energieverbrauchsdaten wurden für die Jahre bis 2004 der Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland entnommen (AGEB, 2008). Im Einzelnen stammen die Angaben zu den Brennstoffen aus folgenden Zeilen der Energiebilanz in den jeweiligen Jahren:

Tabelle 30: 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

Ab dem Jahr 2005 werden die Absatzzahlen des Mineralölwirtschaftsverbandes (MWV) zugrunde gelegt. Diese wurden im Jahresbericht 2007 des MWV auf Seite 53, Tabelle „Sektoraler Verbrauch von Dieselkraftstoff 2001-2007“ veröffentlicht (MWV, 2008).

Emissionsfaktoren:

Die Emissionsfaktoren stützen sich schadstoffspezifisch auf Ergebnisse verschiedener Forschungsprojekte und Expertenbetrachtungen des UBA:

- Für CO_2 wird auf die Dokumentation im Anhang 2, Kapitel CO_2-Emissionsfaktoren, verwiesen.
- Die CH_4-EF begründen sich für feste Brennstoffe aus der UBA-Studie Luftreinhaltung ’88 (UBA, 1989b), wobei diese landespezifischen 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 wurden für alle in Deutschland eingesetzten Diesellokomotiven spezifische Emissionsfaktoren abgeleitet. Für die Emissionsberechnungen werden diese baureihenspezifischen Emissionsfaktoren mit zugehörigen Betriebsleistungen (gefahrene Kilometer) im jeweiligen Jahr verknüpft („Transport Emission Estimation Modell“; IFEU, 2005.) 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: 2,6 kg/TJ 2006: 1,6 kg/TJ).
- Für N_2O folgen bei festen Brennstoffen die EF-Expertenbetrachtungen im UBA entsprechend der UBA-Studie Luftreinhaltung ’88 (UBA, 1989b). Die landespezifischen EF liegen deutlich über denen im IPCC Reference Manual (1996b, Tabelle 1-8). Bei Dieselkraftstoff 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)

Tabelle 31: Gegenüberstellung der verwendeten EF und Default-EF Im Schienenverkehr

Schadstoff	Verwendete EF [kg/TJ]		Default-EF [kg/TJ]	
CH_4	Dieselkraftstoff	1,6 - 3,2		
	Steinkohle	15,0	Oil	5,0
	Braunkohlenbriketts	15,0	Coal	10,0
	Rohbraunkohle	15,0		
	Steinkohlenkoks	0,5		
N_2O	Dieselkraftstoff	1,0		
	Steinkohle	4,0	Oil	0,6
	Braunkohlenbriketts	3,5	Coal	1,4
	Rohbraunkohle	3,5		
	Steinkohlenkoks	4,0		

Quelle: Luftreinhaltung `88 (UBA, 1989b); IFEU (2005)

3.1.5.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.c)

Untersuchungen zu Unsicherheiten der Daten wurden für diese Quellgruppe bisher nicht durchgeführt. Die Aktivitätsraten-Zeitreihen für Braunkohlenbriketts, Steinkohle und Steinkohlenkoks weisen durch die Umstellung der Statistiken 1994/1995 Inkonsistenzen auf, die momentan nicht beseitigt werden können.

3.1.5.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.c)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

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

Rückrechnungen erfolgten aufgrund der Verwendung aktualisierter Zahlen des Mineralölwirtschaftsverbandes für die Jahre 2005 und 2006.

3.1.5.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.3.c)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

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

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

CRF 1.A.3.d					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Diesel Oil	- / t	CO_2	0,16 %	0,05 %	fallend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFCHFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	--	--	--	CS				
EF Unsicherheiten in %	--	--	--	--	--	--				
Unsicherheitenverteilung	--	--	--	--	--	--				
Methode EF-Ermittlung	T1	T1	--	--	--	T1				

Die Quellgruppe Schiffsverkehr ist für CO_2-Emissionen aus Dieselöl eine Hauptquellgruppe nach dem Trend.

Der Schiffsverkehr ist an erster Stelle in die Küsten- und Binnenschifffahrt und die Seeschifffahrt zu unterscheiden. Im inländischen Bereich erfolgt ausschließlich der Einsatz von Dieselkraftstoff, im internationalen Bereich auch der von schwerem Heizöl. Die Emissionen aus dem internationalen Schiffsverkehr werden in den Emissionsinventaren nachrichtlich ausgewiesen, gehen aber nicht in die Gesamtemissionen ein.

Der Quellgruppe 1.A.3d Schifffahrt ist im ZSE der Küsten- und Binnenfischerei und der Küsten- und Binnenschifffahrt zugeordnet.

3.1.5.4.2 Methodische Aspekte (1.A.3.d)

Für Deutschland werden die Emissionen dieser Quellgruppe als Produkt aus den verbrauchten Kraft- und Brennstoffen und landesspezifischen Emissionsfaktoren für CO_2, CH_4 und N_2O berechnet. Dieses Vorgehen entspricht der allgemeinen Tier 1-Methode und der prinzipiellen Berechnungsvorschrift nach Gleichung Emissionsfaktor mal Kraftstoffverbrauch gemäß der IPCC Guidance (2000: Kapitel 2.4.1.1, S. 2.51).

Aktivitätsdaten:

Die Energieverbrauchsdaten wurden für die Jahre bis 1995 der Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland entnommen (AGEB, 2008). Im Einzelnen stammen die Angaben zu den Brennstoffen aus folgenden Zeilen der Energiebilanz in den jeweiligen Jahren:

Tabelle 32: Quellennachweis für AR in 1.A.3.d

Brennstoffart	**Zeile der Energiebilanz**	**Bereich**	**relevante Jahre**
Dieselkraftstoff	6 77 64	international inländisch inländisch	alle bis 1994 ab 1995
Heizöl, schwer	6	international	alle

Es erfolgt eine Aufteilung der Aktivitätsraten in den Bereich inländisch und international durch Berücksichtigung der Verkaufsmengen für unterschiedlich besteuerten Schiffskraftstoff, ausgewiesen in verschiedenen Energiebilanzzeilen. Diese Kraftstoffmengen ermöglichen zusammen mit den jeweiligen EF die Berechnung und Ausweisung von inländischen

Emissionen auf der einen Seite und internationalen Emissionen auf der anderen. Da keine Daten über Schiffsbewegungen vorliegen, können die Kriterien zur Trennung inländischer und internationaler Emissionen aus der IPCC-GPG (2000: Tabelle 2.8) nicht angewendet werden.

Der Großteil der Kraftstoffmengen wird für die Seeschifffahrt verkauft. In den Jahren seit 1998 ist dort eine Zunahme zu beobachten. 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.

Ab dem Jahr 1996 werden die amtlichen Mineralöldaten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle genutzt (BAFA, 2008). Dort finden sich die verwendeten Zahlen in Tabelle 7j: Inlandsablieferungen nach ausgewählten Verwendungssektoren, Spalte 4 (an die Binnenschifffahrt).

Emissionsfaktoren:

Die Emissionsfaktoren stützen sich schadstoffspezifisch auf Ergebnisse verschiedener Forschungsprojekte und Expertenbetrachtungen des UBA, im Einzelnen:

- Für den CO_2-Emissionsfaktor für Dieselkraftstoff von 74000 kg/TJ und für schweres Heizöl von 78000 kg/TJ wird auf die Dokumentation im Anhang 2, Kapitel CO_2-Emissionsfaktoren, verwiesen.
- Der CH_4-Emissionsfaktor für schweres Heizöl von 3,0 kg/TJ begründet sich aus der UBA-Studie Luftreinhaltung ’88 (UBA, 1989b). Dieser Wert liegt niedriger als der IPCC-Default-Wert für schweres Heizöl in der Seeschifffahrt von 7 kg/TJ im Reference Manual (IPCC et al, 1997, S. 1.90, Tabelle 1-48). Für Dieselkraftstoff wurde der Emissionsfaktor von Schweren Nutzfahrzeugen ohne Minderungstechnik verwendet. Eine Minderung der spezifischen CH_4-Emissionen um 15 % im Zeitraum 1990-2005 aufgrund motortechnischer Verbesserungen wurde nach Expertenschätzungen unterstellt. Die landesspezifischen EF liegen mit 2,4-2,8 kg/TJ gleichfalls niedriger als der IPCC-Default-Wert für Dieselkraftstoff von 5 kg/TJ im Reference Manual (IPCC et al, 1997, S. 1.35, Tabelle 1-7).
- Für N_2O 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 mit 1,0 kg/TJ über dem Wert von 0,6 kg N_2O/TJ im Reference Manual (IPCC, 1997: Tabelle 1-8). Für schweres Heizöl ist er mit 3,5 kg/TJ fast doppelt so hoch wie im Reference Manual (IPCC et al, 1997: S. 1.90, Tabelle 1-48) empfohlen.

3.1.5.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.d)

Untersuchungen zu Unsicherheiten der Daten wurden für diese Quellgruppen bisher nicht durchgeführt. Die Emissionsfaktoren für CO_2 und N_2O 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.

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

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

3.1.5.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.d)

Rückrechnungen erfolgten aufgrund der Anpassung an die amtlichen Mineralöldaten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle für die Jahre 1996 bis 2006.

3.1.5.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.3.d)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.1.5.5 Transport - Übriger Verkehr (1.A.3.e)

3.1.5.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.e)

CRF 1.A.3.e					
Hauptquellgruppe nach Level 8l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
All Fuels	I / -	CO_2	0,34 %	0,36 %	steigend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	--	--	--	CS	--	--	--	--
EF Unsicherheiten in %	--	--	--	--	--	--				
Unsicherheitenverteilung	--	--	--	--	--	--				
Methode EF-Ermittlung	T1	T1	--	--	--	T1				

Die Quellgruppe Übriger Verkehr ist für CO_2-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach dem Level.

In der Quellgruppe werden die Emissionen des bauwirtschaftlichen Verkehrs und von Gasturbinen in Erdgasverdichterstationen berichtet. Der bauwirtschaftliche Verkehr ist eine Kategorie der Energiebilanz. Die Gasturbinen in Erdgasverdichterstationen sind dagegen eine klar definierte Anlagenart.

Der Quellgruppe 1.A.3.e Übriger Verkehr sind im ZSE der bauwirtschaftliche Verkehr und die Gasturbinen in Erdgasverdichterstationen zugeordnet.

3.1.5.5.2 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 13.2). 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 bis 2005 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 40 für die Jahre 1990-1994 und EBZ 33 für die Jahre ab 1995) enthalten. Auf Basis einer persönlichen Mitteilung der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen kann jetzt in Konsistenz mit der Energiebilanz der Erdgaseinsatz in Erdgasverdichterstationen ausgewiesen werden. Ab 1998 entspricht er dem gesamten Erdgaseinsatz in der Energiebilanzzeile 33. Da es sich hier um eine nicht signifikante Teilemission der Quellgruppe handelt, wurde die oben beschriebene Tier 1-Methode angewendet.

Ab dem Jahr 2005 wird der Erdgaseinsatz in Erdgasverdichterstationen nicht mehr direkt in den Energiebilanzen ausgewiesen und muss als Anteil am Primärenergieverbrauch von Erdgas berechnet werden.

Emissionsfaktoren:

Die Emissionsfaktoren für die Emissionen des **Bauwirtschaftlichen Verkehrs** stützen sich schadstoffspezifisch auf Ergebnisse verschiedener Forschungsprojekte und Expertenbetrachtungen des UBA, im Einzelnen:

- Für CO_2 wird auf die Dokumentation im Anhang 2, Kapitel CO_2-Emissionsfaktoren, verwiesen.
- Die landesspezifischen CH_4-Emissionsfaktoren begründen sich für den Zeitraum 1990-1994 aus der UBA-Studie Luftreinhaltung `88 (UBA, 1989b). Für den Zeitraum ab 1995 werden ab dem Berichtsjahr 2008 aktualisierte Emissionsfaktoren aus einer UBA-Studie zu den Emissionen mobiler Maschinen verwendet (IFEU, 2004).
- Diese Faktoren spiegeln die seit Mitte der 90er Jahre schrittweise eingeführten Grenzwerte für die Abgasemissionen von bauwirtschaftlichen Maschinen wider. Der landesspezifische N_2O-Emissionsfaktor 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 CO_2 wird auf die Dokumentation im Anhang 2, Kapitel CO_2-Emissionsfaktoren, verwiesen.
- Die CH_4- und N_2O-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 Kap. 3.1.1.2 beschrieben.

3.1.5.5.3 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 Zeitreihen der EF für CH_4 für alle Brennstoffe und der EF für N_2O für Ottokraftstoff (Bauwirtschaft) weisen 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 3.1.1.2 beschrieben. Ergebnisse für N_2O sind dem Kapitel 3.1.1.3.2 zu entnehmen, für CH_4 dem Kapitel 3.1.1.3.3 .

3.1.5.5.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.e)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

Da die Inventare grundsätzlich auf den Energiebilanzen für Deutschland von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB, 2006) aufbauen und deren System zur Sicherung der Qualität zur Zeit nicht bekannt ist, erfolgen die Qualitätssicherung und -kontrolle sowie die Verifizierung durch die Prüfung der Energiebilanz auf Vollständigkeit und Plausibilität und durch Nachfrage im Einzelfall. Im Forschungsvorhaben „Methodenaktualisierung für die Emissionsberechnung 2003 – Teilvorhaben 03 – Energie-Dokumentation der Energiebilanz" (FKZ 203 41 253 / 03) wurden die Quellen für die Energiebilanz beschrieben und damit ein entscheidender Beitrag zur Qualitätssicherung und –kontrolle geleistet.

Eine weitergehende quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung ist momentan nicht möglich.

Erdgasverdichterstationen: die Ergebnisse des Kapitels 3.1.1.4 gelten entsprechend.

3.1.5.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.e)

Bauwirtschaftlicher Verkehr:

Aufgrund aktualisierter Aktivitätsdaten für den militärischen Verkehr für alle Jahre ab 1996 kam es auch hier zu entsprechenden Anpassungen (siehe Aktivitätsrate – Bauwirtschaftlicher Verkehr).

Erdgasverdichterstationen:

Die Ergebnisse des Kapitels 3.1.1.5 gelten entsprechend.

Rekalkulationen wurden aufgrund aktualisierter Aktivitätsdaten für die Jahre 2003 bis 2006 durchgeführt.

3.1.5.5.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.3.e)

Die Datengrundlage für die Berechnung der Emissionen des Bauwirtschaftlichen Verkehrs soll im Rahmen eines Forschungsvorhabens umfassend aktualisiert werden.

Erdgasverdichterstationen: Die im Kapitel 3.1.1.6 beschriebene geplante Aktualisierung der Emissionsfaktoren (außer CO_2) umfasst auch die Gasturbinen in Erdgasverdichterstationen.

3.1.6 Sonstige: Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Land-, Forstwirtschaft und Fischerei (1.A.4)

3.1.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.4)

CRF 1.A.4					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
CRF 1.A.4.a (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen)					
All Fuels	l / t	CO_2	5,07 %	3,51 %	fallend
CRF 1.A.4.b (Haushalte)					
All Fuels	l / t	CO_2	10,26 %	8,43 %	fallend
CRF 1.A.4.c (Land-, Forstwirtschaft und Fischerei)					
All Fuels	l / t	CO_2	0,87 %	0,56 %	fallend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	NO	NO	NO	CS	CS	CS	CS	CS
CRF 1.A.4.a (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen),										
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				
CRF 1.A.4.b Haushalte										
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				
CRF 1.A.4.c Land- und Forstwirtschaft										
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		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 CO_2-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Die Quellgruppe 1.A.4 umfasst Feuerungsanlagen in den Bereichen der Haushalte, des Gewerbes, des Handels und der Dienstleistungen (Kleinverbraucher) und der Landwirtschaft

(*Commercial and Institutional, Residential* und *Agriculture*) sowie verschiedene mobile Quellen.

In der Subquellgruppe 1.A.4.a Gewerbe, Handel und Dienstleistungen werden Anlagen zur Wärmeerzeugung in Kleinfeuerungsanlagen der Kleinverbraucher berichtet.

1.A.4.b umfasst den Energieeinsatz in Haushalten. Es handelt sich in erster Linie um Feuerungsanlagen. Daneben sind in der Quellgruppe 1.A.4.b mobile Quellen der Haushalte (ohne Straßenverkehr) enthalten.

Die Subquellgruppe 1.A.4.c umfasst die Bereiche Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei. Berichtet werden hier die Emissionen aus der Wärmeerzeugung in kleinen und mittleren Feuerungsanlagen und die Emissionen aus dem landwirtschaftlichen Verkehr. Gemäß der IPCC-Struktur sind in 1.A.4.c auch Emissionen aus den mobilen Quellen der Fischerei und der Forstwirtschaft enthalten. Wegen der an dieser Stelle abweichenden Aufschlüsselung der energiestatistischen Basisdaten können diese Emissionen nicht in 1.A.4 berichtet werden. Sie sind stattdessen bei den Emissionen des Verkehrs (1.A.3) enthalten.

Die Emissionen des landwirtschaftlichen Verkehrs sowie der mobilen Quellen der Haushalte werden zwar innerhalb der Quellgruppe 1.A.4 berichtet, sie werden aber gemeinsam mit den Daten des Verkehrsbereichs ermittelt. Ihre Berechnung wird nicht an dieser Stelle beschrieben.

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 im Gewerbe eingesetzten Holzbrennstoffe 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. 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.

3.1.6.2 Methodische Aspekte (1.A.4)

Die **Aktivitätsraten** der Quellgruppe 1.A.4 bauen auf die von der AG Energiebilanzen (AGEB) erstellte Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland auf, wobei vor 1995 getrennte Energiebilanzen für die alten und neuen Bundesländer verwendet wurden. Maßgebend sind die Zeilen 66 (Haushalte) und 67 (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher)

Da die Angaben der Energiebilanzzeile 67 (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher) auch die Verbrauche der militärischen Dienststellen beinhalten, müssen diese von den jeweiligen Positionen der Zeile 67 abgezogen werden (in Quellgruppe 1.A.5.a, Kapitel 3.1.7 werden die stationären Quellen des militärischen Bereichs beschrieben). Zu den Energieeinsätzen in Feuerungsanlagen der Landwirtschaft, 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.

Datengrundlage für die verwendeten **Emissionsfaktoren** für N_2O und CH_4 ist der Forschungsbericht „Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung“ (Struschka 2008). Im Rahmen dieses Vorhabens wurden gerätebezogene und quellgruppenspezifische Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher für alle wichtigen Abgaskomponenten mit hohem Detaillierungsgrad für das Bezugsjahr 2005 berechnet.

Die Ermittlung der Emissionsfaktoren beruht auf einem quellgruppenspezifischen „bottom-up"-Ansatz, bei dem zusätzlich zu den (Sub-)Quellgruppen und Brennstoffen detailliert nach Anlagentechnologien unterschieden wird. Hierbei werden durch Aggregierung 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 (IPPC 2006).

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

- Heizöl EL,
- Erdgas,
- Braunkohlen (Briketts aus dem Rheinischen-, Lausitzer-, Mitteldeutschen-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 deutlich 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 abgeschätzt, so dass nach Energieeinsätzen gewichtete sektorale Emissionsfaktoren ermittelt werden konnten. Tabelle 33 zeigt die sektoralen Emissionsfaktoren.

Tabelle 33: Sektorale Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen der Haushalte und Kleinverbraucher für das Bezugsjahr 2005

Haushalte	**CH_4 [kg/TJ]**	**N_2O [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
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.

3.1.6.3 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 CO_2, 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 CH_4 und N_2O 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 N_2O und CH_4 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 CH_4 aus dem Erdgas teilweise unverbrannt emittiert. Diese dem eigentlichen Verbrennungsprozess vor- und nachgelagerten Emissionen, vgl. hierzu Kapitel 3.2.2.3 (Erdgas), tragen erheblich dazu bei, dass die CH_4-Emissionsfaktoren bei Gasfeuerungsanlagen mit hohen Unsicherheiten behaftet sind.

Für die Verteilung der Unsicherheiten wird bei den N_2O-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 CH_4 und N_2O 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.

3.1.6.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.4)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

Zur Qualitätssicherung wurden im Rahmen des oben genannten FE-Vorhabens alle verwendeten Eingangsdaten aus der Literatur und aus eigenen Erhebungen des Forschungsnehmers auf ihre Validität hin überprüft. Zur Beschreibung des Emissionsverhaltens der Feuerungsanlagen wurden Emissionswerte grundsätzlich nur dann in die weitere Berechnung übernommen, wenn in der Literaturstelle vollständige und zweifelsfreie Angaben zum eingesetzten Brennstoff, zur Bauart der Feuerung und deren Betriebsweise während der Messungen vorhanden waren. Alle für die Inventarerstellung wesentlichen Materialien hat der Auftragnehmer dokumentiert.

Im Rahmen einer von Fachleuten des Umweltbundesamtes durchgeführten Qualitätsprüfung wurden zudem die nach Tier 2 ermittelten länderspezifischen Emissionsfaktoren für CH_4 und N_2O 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 CH_4 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 Tier1-Default-Werten durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 34 dokumentiert.

Tabelle 34: Emissionsberechnung mit landesspezifischen Tier 2/3 Emissionsfaktoren und mit den Tier 1 Default-Emissionsfaktoren nach (IPCC 2006)

	CH4 [t]				N2O [t]			
	Haushalte		Kleinverbrauch		Haushalte		Kleinverbrauch	
Emissions-faktoren	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 N_2O bei beiden Methoden recht gut überein. Größere Abweichungen treten bei der Ermittlung der CH_4-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.

3.1.6.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.4)

Rückrechnungen erfolgten für CH_4- und N_2O-**Emissionsfaktoren** ab dem Jahr 1996, aufgrund der Ergebnisse des o.g. Forschungsvorhabens (Struschka, 2008).

Die Emissionsfaktoren für die Jahre 2005 bis 2007 aus dem o.g. Forschungsbericht (Struschka, 2008) werden erstmalig für die Berichterstattung verwendet. Zuvor wurden Emissionsfaktoren berichtet, die für das Basisjahr 1995 ermittelt worden waren. Die Faktoren für die Zeitreihen zwischen den Stützjahren 1995 und 2005 wurden linear interpoliert.

Die Rekalkulationen der **Aktivitätsdaten** wurde ab dem Jahr 2003 wegen der Veröffentlichung aktualisierter Energiebilanzen der AGEB durchgeführt.

3.1.6.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.4)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.1.7 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.

3.1.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.5)

CRF 1.A.5					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
All Fuels	l / t	CO_2	0,93 %	0,13 %	fallend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**NMVOC**	**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 %		-30/+50				-30/+50				
EF Unsicherheiten feste Brennstoffe in %		-70/+100				-70/+100				
Unsicherheitenverteilung		L								
Methode EF-Ermittlung		CS								

Die Quellgruppe 1.A.5 Andere Bereiche ist eine Hauptquellgruppe für CO_2-Emissionen nach der Emissionshöhe und dem Trend.

3.1.7.2 Methodische Aspekte (1.A.5)

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, 2008) zurückgegriffen, das dem UBA den „Energieeinsatz zur Wärmeerzeugung in der Bundeswehr“ nach Brennstoffen 2000-2007 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 die Quellgruppe 1.A.5.b wurden die militärischen Kraftstoff- (Diesel- und Ottokraftstoff) und Flugtreibstoffverbräuche (Kerosin) bis 1995 einer Sonderauswertung der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) entnommen. Für die Jahre ab 1996 wurden die Amtlichen Mineralöldaten der Bundesrepublik Deutschland 2007 des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) verwendet (BAFA, 2008). Die in 1000 t angegebenen Verbräuche werden auf Basis der jeweiligen für 2005 ausgewiesenen Heizwerte in TJ umgerechnet.

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 35 zeigt die verwendeten sektoralen Emissionsfaktoren.

Tabelle 35: Sektorale Emissionsfaktoren für die Feuerungsanlagen der militärischen Dienststellen

Militär	CH_4 [kg/TJ]	N_2O [kg/TJ]
Steinkohlen	2,0	4,8
Braunkohlenbriketts	242	0,37
Heizöl EL	0,017	0,56
Erdgas	0,042	0,29

3.1.7.3 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.

3.1.7.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.5)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

3.1.7.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.5)

Im stationären Bereich (1.A.5.a „Stationary“) wurden aufgrund aktualisierter Energiebilanzen der AGEB ab dem Jahr 2004 Rückrechnungen für die Aktivitätsraten fester, gasförmiger und flüssiger Brennstoffe durchgeführt. Die Emissionsfaktoren für die Jahre 2005 bis 2007 aus dem o.g. Forschungsbericht (Struschka, 2008) werden erstmalig für die Berichterstattung verwendet. Zuvor wurden Emissionsfaktoren berichtet, die für das Basisjahr 1995 ermittelt worden waren. Die Faktoren für die Zeitreihen zwischen den Stützjahren 1995 und 2005 wurden linear interpoliert.

Für den militärischen Verkehr (1.A.5.b „Mobile“) erfolgten Rückrechnungen ab dem Jahr 1996, da hier die Aktivitätsdaten auf Basis der Angaben des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) aktualisierte wurden. Zudem wurde der Emissionsfaktor für SO_2 aus Kerosin an den im zivilen Luftverkehr verwendeten Wert angeglichen und die gesamte Emissionszeitreihe neu berechnet.

3.1.8 Vergleich mit dem CO_2-Referenzverfahren

Im Rahmen des internationalen Klimaschutzes ist die Berichterstattung zu den verbrennungsbedingten CO_2-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 vergleichendes Verfahren wurde vom IPCC der *Reference Approach* (Referenzverfahren) entwickelt, das von der Ebene des Primärenergieverbrauchs (Input von Energieträgern in ein Land) ausgeht. Dieses Verfahren stellt geringere Anforderungen an die Datengrundlagen als das quellgruppenspezifische Verfahren.

Das Referenzverfahren wurde für alle Jahre durchgeführt. Hierbei besteht das Problem, dass die hierfür benötigte detaillierte Energiebilanz mit Verzögerungen von mehreren Jahren veröffentlicht wird. Aktuell stehen die Bilanzen bis zum Jahr 2006 zur Verfügung. Um dennoch der geforderten Anwendung für alle Berichtsjahre nachkommen zu können, wurde

im Rahmen eines Forschungsprojektes durch das Wuppertalinstitut ein Verfahren entwickelt, welches auf den zeitnäher erscheinenden Auswertetabellen aufbaut. Die Ergebnisse des Projektes wurden im Anhang 2, Kapitel 13.8 des Nationalen Inventarberichtes 2007 zusammengestellt.

Die Ergebnisse des Referenzverfahrens sind in Tabelle 36 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 0,6 %. Die Abweichungen variieren im Bereich von 0 bis + 0,9 %.

Gegenüber den in den vergangenen Jahren auf der Basis eines Forschungsvorhaben von der PROGNOS AG durchgeführten (PROGNOS, 2000) Vergleichsberechnungen wurde das Referenzverfahren seit dem vergangenen Jahr wieder auf den originalen IPCC-Ansatz unter weitgehender Anwendung der IPCC-Default-Emissionsfaktoren umgestellt. Gründe hierfür waren die Sicherstellung der internationalen Vergleichbarkeit, zunehmende Schwierigkeiten in der Verfügbarkeit der sehr detaillierten energetischen Eingangsdaten (Importe nach Provinienzen und Herkunftsländern) sowie Ergebnisse der Diskussionen während des Initial Reviews 2007. Die methodischen Veränderungen durch das PROGNOS-Forschungsvorhaben wurden im NIR 2007 im Anhang 2, Kapitel 13.9 vorgestellt.

3.1.9 Emissionen aus dem internationalen Verkehr (1.BU.1/1.BU.2)

Der internationale Verkehr gliedert sich in den internationalen zivilen Luftverkehr (1.BU.1) und den internationalen Seeverkehr (1.BU.2), zu dem die Hochseefischerei und die Seeschifffahrt zählen.

3.1.9.1 Emissionen aus dem internationalen Flugverkehr (1.BU.1)

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS				CS	CS	CS	CS	CS
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung	T1	T1				T1				

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.

3.1.9.1.1 Methodische Aspekte (1.BU.1)

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.

Der inländische bzw. nationale Anteil wurde bislang mit einem fixen Prozentsatz von 20 % angesetzt, der für das Basisjahr wiederholt bestätigt wurde. Die großen Zuwachsraten im Flugverkehr sind jedoch überwiegend im internationalen Bereich zu verzeichnen, wodurch eine Überarbeitung der Aufteilung gerechtfertigt war.

Daher wurde für die Emissionsberechnung für den nationalen Flugverkehr eine Funktion eingeführt, die den Anteil des inländischen Flugverkehrs am gesamten Kerosinverbrauch in Deutschland darstellt. Die Daten basieren zum einen auf dem Prozentsatz von 20 % für das Basisjahr, zum anderen auf Daten der europäischen Luftsicherheitsbehörde Eurocontrol, die ab 2003 nach einer Tier 3 Methode errechnet wurden. Verbunden werden diese Daten durch eine exponentielle Funktion, die mit Hilfe weiterer, mit größeren Unsicherheiten behafteter Daten von Eurocontrol ermittelt wurde. Entsprechend ergeben sich damit jährliche Anteile für den internationalen Flugverkehr an den in der Energiebilanz (AGEB, bis 1995) bzw. in den Amtlichen Mineralöldaten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA, ab 1996) ausgewiesenen Kerosinverbräuchen, die hier verwendet werden (AGEB, 2008; BAFA, 2008).

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

Für 2007 wurde, aufgrund fehlender genauerer Angaben seitens Eurocontrol, der Anteil inländischer Flüge aus den Daten der drei vorangegangenen Jahre extrapoliert (siehe Kapitel 3.1.5.1) und somit ein internationaler Anteil von 91,7 % zugrunde gelegt.

Der internationale zivile Luftverkehr wird im ZSE direkt ausgewiesen.

3.1.9.1.2 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.BU.1)

Siehe Nationaler Flugverkehr, Kapitel 3.1.5.1.3.

3.1.9.1.3 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle (1:BU.1)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

3.1.9.1.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.BU.1)

Aufgrund des jetzt verwendeten jahresspezifischen Split-Faktors ist die gesamte Zeitreihe zurückgerechnet worden.

3.1.9.1.5 Geplante Verbesserungen (1.BU.1)

Siehe Nationaler Flugverkehr, Kapitel 3.1.5.1.6.

3.1.9.2 Emissionen aus dem internationalen Seeverkehr/ Marine (1.BU.2)

Schadstoff	CO_2	CH_4	HFC	PFC	SF_6	N_2O	NO_X	CO	NMVOC	SO_2
Emissionsfaktor (EF)	CS	D	--	--	--	D	D	D	D	D
EF Unsicherheiten in %	--	10	--	--	--	10				
Unsicherheitenverteilung	--	--	--	--	--	--				
Methode EF-Ermittlung	T1	T1	--	--	--	T1				

Die Quellgruppe internationaler Seeverkehr/Marine ist keine Hauptquellgruppe.

Zum internationalen Seeverkehr zählen die internationale Hochseefischerei und die Seeschifffahrt, die in dieser Gliederung auch im ZSE ausgewiesen werden.

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, dem zunehmenden weltweiten Transportaufkommen und dem zunehmenden Einsatz schwerölfähiger Dieselmotoren in der Seeschifffahrt zu.

Die Emissionsschwankungen der Seeschifffahrt 1992 und 1996 wurden durch Handels- und Ölkrisen verursacht.

3.1.9.2.1 Methodische Aspekte (1.BU.2)

Deutschland berichtet gemäß der Tier-1-Methode. Die Emissionen werden als Produkt aus den verbrauchten Kraft- und Brennstoffen und landesspezifischen Emissionsfaktoren für CO_2 und Default-EF für CH_4 und N_2O berechnet.

Die Aktivitätsraten für Bunkerungen seegehender Schiffe stammen bis zum Jahr 1995 aus den Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland. Ursache für deren separate Ausweisung ist die abweichende Besteuerung der in den Häfen verkauften Treibstoffmengen. Ab dem Jahr 1996 werden Zahlen des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) verwendet.

Für die Berechnung der N_2O-, CH_4-, 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 CO_2-Emissionsfaktor für Dieselkraftstoff von 74000 kg/TJ und für schweres Heizöl von 78000 kg/TJ wird auf die Dokumentation im Anhang 2, Kapitel 13.7 verwiesen.

3.1.9.2.2 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.BU.2)

Die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren aus dem Modell MARION betragen nach der Schätzung des zuständigen UBA - Experten 10%.

Das Forschungsvorhaben MARION wurde 1995/1997 durchgeführt. Es diente dazu, die Emissionsbilanz von Einzelschiffen für den Seeverkehr mit deutschen Häfen zu errechnen.

Als Dateninput gingen in das Programm die Summe der Verkehrswege, schiffsspezifische Verbräuche und Schiffsmerkmale ein. Mit den dadurch ermittelten Verkehrstermen und Emissionstermen wurde die Gesamtemission für die Schiffstypen in Abhängigkeit von der jeweiligen Größenklasse ermittelt. Ölhaltige Rückstände des verbrauchten Schweröltreibstoffs des Hauptmaschinenbetriebs wurden mit 2% angenommen. Die Leistung der Hauptmaschine wurde mit 85 % und die der Hilfsmaschine mit 30 % angenommen. Eine getrennte Berechnung für Schweröl und marines Dieselöl ist nicht möglich.

3.1.9.2.3 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.BU.2)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

Eine quellenspezifische Verifizierung der CO-, CO_2- und NO_X-Emissionsfaktoren erfolgte durch einen Vergleich zwischen den bisher verwendeten, landesspezifischen

Emissionsfaktoren und den Default-Emissionsfaktoren. Die Verifizierung erfolgte mit der Methode MARION.

3.1.9.2.4 Quellenspezifische Rückrechnung (1.BU.2)

Rückrechnungen erfolgten aufgrund der Verwendung aktualisierter Daten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) für die Jahre 1996 bis 2006.

3.1.10 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 CO_2-Referenzverfahren verwendeten Angaben verglichen. Die Zusammenfassung der Ergebnisse ist in Anhang 2, Kapitel 13.9 des NIR 2007 wiedergegeben.

3.1.11 Militär

Emissionen aus internationalen Einsätzen der Bundeswehr unter UN-Mandat werden gegenwärtig in den deutschen Emissionsinventaren nicht als separate Aktivität berechnet. Diese Aufgabe soll jedoch im Rahmen des Nationalen Systems kurzfristig gelöst werden.

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 Mineralöldaten für die Bundesrepublik Deutschland (BAFA, 2008).

Unter der Quellgruppe 1.A.5 Militär werden im ZSE als stationäre Quellen die Wärmeerzeugung der militärischen Dienststellen und als mobile Quellen der militärische Verkehr und der Flugverkehr abgelegt.

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

Nachfolgend werden die Ergebnisse der detaillierten quellgruppenbezogenen Berechnung der CO_2-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 CO_2-Emissionen verglichen.

Dies erfolgt durch Gegenüberstellung der Berechnungsergebnisse mit den Angaben:

- einer unabhängigen CO_2-Berechnung,
- der IEA (quellgruppenspezifisches Verfahren und Referenzverfahren),
- der auf der Ebene der Bundesländer durchgeführten CO_2-Berechnungen.

In der Tabelle 36 werden die Ergebnisse der unterschiedlichen CO_2-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.

In den Vergleichen ist insgesamt zu beachten, dass durch die veränderte Methodik in der Berechnung der CO_2-Emissionen im Eisen- und Stahlbereich der direkte Vergleich der Ergebnisse zwischen dem detaillierten Verfahren und dem Referenzverfahren erschwert ist. Auch im Vergleich mit den Ergebnissen der Bundesländer ist dies zu berücksichtigen. Weiterhin wirkt sich die Neuberechnung der Emissionen aus dem Luftverkehr in der gesamten Zeitreihe aus. Hier bestätigte sich die Annahme der bisherigen Überbewertung der nationalen Luftverkehrsemissionen. Durch die Einführung eines jährlichen aktualisierten Splitfaktors für den nationalen und internationalen Kraftstoffverbrauch im Luftverkehr sanken die nationalen Emissionen gegenüber der bisherigen, konstant angewendeten 20:80-Aufteilung.

Tabelle 36: Vergleich der CO_2-Inventare mit anderen unabhängigen nationalen und internationalen Ergebnissen der CO_2 Emissionen

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Ergebnisse, Abweichung	**[Mio.t] / [%]**																	
Ziesing (energiebedingte Emissionen)	**948,0**					**840,0**	**866,9**	**831,4**	**824,4**	**801,3**	**800,4**	**822,7**	**808,1**	**822,3**	**816,3**	**798,9**	**799,4**	**NE**
Abweichung Ziesing von UBA (1.A)	0,0					0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	1,8	2,4	3,5	2,0	NE
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**	**NE**
Abweichung IEA SA von UBA (1.A)	0,2	2,9	2,6	2,6	3,5	3,6	4,9	6,0	5,3	4,7	3,6	3,2	3,8	4,2	5,8	5,1	5,0	NE
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**	**843,5**	**820,1**	**821,3**	**NE**
Abweichung IEA RA von UBA (1.A)	2,5	2,5	3,2	2,5	3,3	4,6	3,5	4,9	5,6	4,3	5,7	5,8	5,0	5,1	5,8	6,3	4,8	NE
Abweichung IEA RA von UBA RA	2,2	2,0	2,3	1,2	2,1	4,1	2,9	3,7	4,5	3,2	4,5	4,9	4,1	3,9	3,8	4,2	3,1	NE
Ergebnisse der Bundesländer (Energie)	**981,7**	**963,2**	**917,1**	**912,5**	**890,5**	**893,7**	**914,6**	**890,5**	**887,7**	**862,7**	**863,1**	**887,6**	**864,5**	**859,9**	**846,1**	**836,8**	**NE**	**NE**
Abweichung Bundesländer (Energie) von UBA	3,5	5,3	5,4	5,8	5,7	6,5	5,7	7,3	7,8	7,9	8,1	8,2	7,3	6,4	6,1	8,4	NE	NE
Reference Approach UBA (RA)	**950,9**	**918,9**	**877,1**	**873,1**	**852,4**	**842,6**	**870,3**	**839,4**	**832,3**	**808,4**	**807,2**	**827,8**	**813,3**	**817,5**	**812,5**	**787,0**	**796,4**	**770,1**
Abweichung UBA RA von UBA	0,0	0,2	0,5	0,9	0,8	0,2	0,3	0,9	0,8	0,8	0,7	0,5	0,6	0,6	0,6	0,9	0,5	0,9
Sektoraler Ansatz UBA (1.A)	**948,1**	**915,0**	**870,0**	**862,1**	**842,6**	**839,1**	**865,6**	**829,9**	**823,6**	**799,7**	**798,4**	**820,4**	**806,0**	**808,0**	**797,1**	**771,7**	**784,0**	**755,3**
Reference Approach UBA (RA), Zuordnung zum Eisen- und Stahlbereich	***45,9***	***43,9***	***40,7***	***38,6***	***41,7***	***41,7***	***38,5***	***43,3***	***41,8***	***38,9***	***43,2***	***41,4***	***41,6***	***41,0***	***42,0***	***40,3***	***42,5***	***43,8***

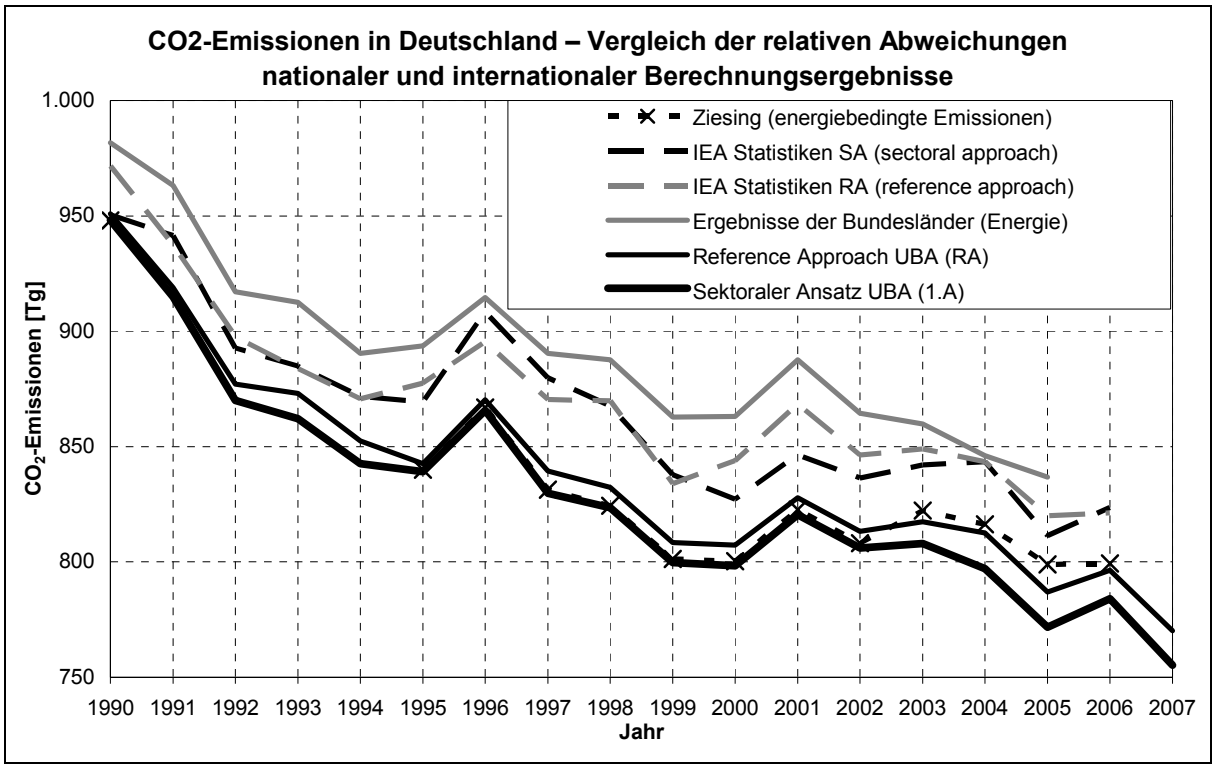


Abbildung 21: CO_2-Emissionen in Deutschland – Vergleich nationaler und internationaler Berechnungsergebnisse

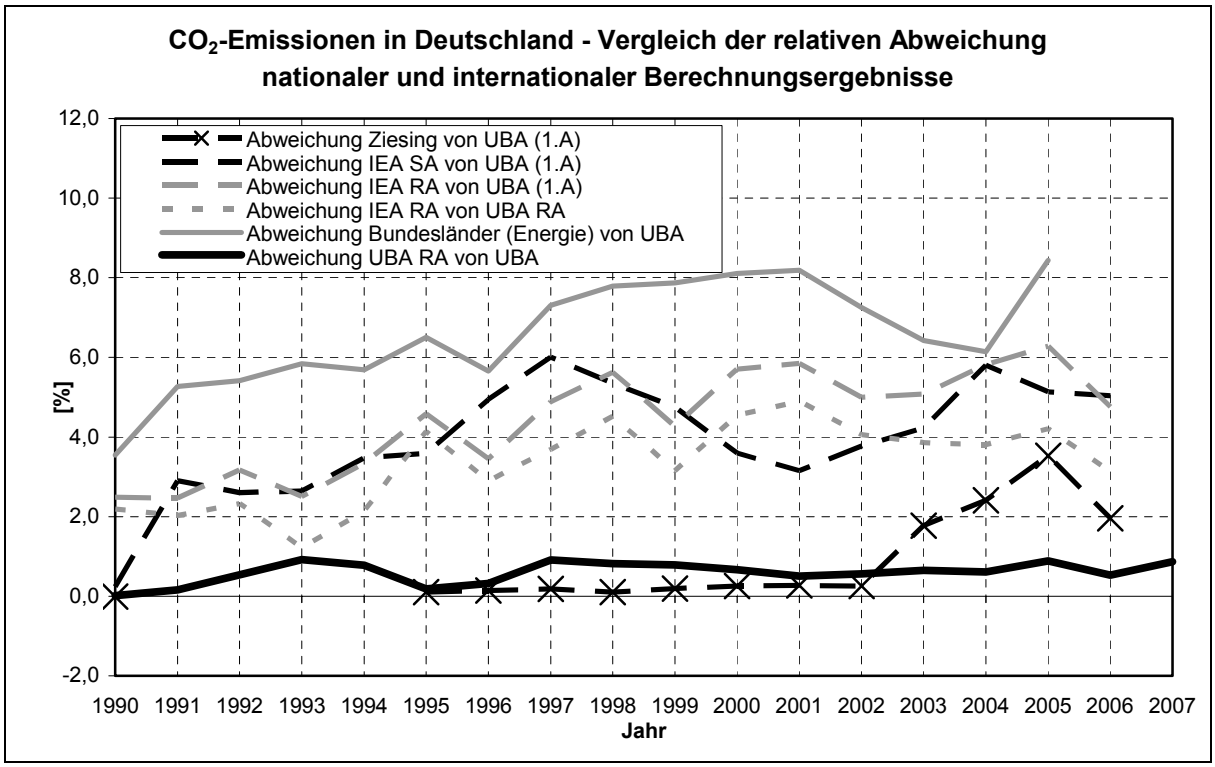


Abbildung 22: CO_2-Emissionen in Deutschland – Vergleich der relativen Abweichungen nationaler und internationaler Berechnungsergebnisse

3.1.12.1 Vergleich mit einer unabhängigen CO_2-Berechbung

Die Daten des nachfolgend diskutierten Vergleiches gehen auf eine Veröffentlichung von Herrn Dr. Hans Joachim Ziesing (2008) zurück. Diese Ergebnisse werden zur Vollständigkeit

aufgenommen, da in zurückliegenden Inventarberichten stets Vergleiche der CO_2-Emissionen mit Veröffentlichungen des Deutschen Institutes für Wirtschaftsforschung vorgenommen wurden. Diese gehen auf den gleichen Autor zurück.

Die Differenz zwischen beiden Berechnungsansätzen ist mit einer mittleren Abweichung von 0,2 % über die Jahre 1990 bis 2002 sehr gering und bestätigt die Ergebnisse der detaillierten Emissionsberechnung im Ergebnis und im Trend.. Unterschiede bestehen nennenswert (2 bis 3 %) nur für die Jahre seit 2003. Hier wirken sich für diese Jahre die Aktualisierungen der Energiedaten durch die Veröffentlichung der Energiebilanzen für die Jahre 2004, 2005 und 2006 im Verlaufe des Jahres 2008 besonders aus. Diese führten zu Rekalkulationen in den detaillierten Berechnungen der CO_2-Emisionen. Sie standen zum Zeitpunkt der Veröffentlichung des Artikels noch nicht zur Verfügung.

3.1.12.2 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, 2008) 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 17 Jahre: 3,9 %, Schwankungsbreite zwischen 0,2 und 6,0 %).

Die Ergebnisse des von IEA durchgeführten Referenzverfahrens weichen vom in Deutschland durchgeführten Referenzverfahren im Mittel der 17 Jahre um 3,3 % ab. Hier wirken sich die methodischen Veränderungen aus, da im nationalen Refferenzverfahren die Allokation der CO_2-Emissionen im Eisen- und Stahlbereich als prozessbedingte Emission in einer Größenordnung von 40 Mio. t berücksichtigt wird. Ein vergleichbares methodisches Vorgehen wird im IEA Refferenzverfahren nicht angewendet.

Für die Vergleiche in den „alten“ Strukturen ist an dieser Stelle auf den Inventarbericht des Jahres 2006 zu verweisen.

3.1.12.3 Vergleich mit den für die einzelnen Bundesländer ermittelten Daten

Die Zusammenarbeit der zuständigen Behörden und Einrichtungen der Bundesländer in Deutschland erfolgt im Rahmen des Länderarbeitskreises Energiebilanzen. Diesem gehören Vertreter der für die Energiewirtschaft zuständigen Ministerien der Länder - dies sind in der Regel die Wirtschafts- oder Umweltministerien - sowie die Energiereferenten/-innen der statistischen Landesämter an, soweit diese mit der Erstellung der Energiebilanz für das jeweilige Bundesland beauftragt sind. Weiterhin sind in den Arbeitskreis Vertreter wirtschaftswissenschaftlicher Institute, die in einigen Bundesländern im Auftrag die Energiebilanz erarbeiten, einbezogen.

Die Hauptaufgabe des Länderarbeitskreises besteht in der Koordinierung der Erstellung von Energiebilanzen für die jeweiligen Bundesländer. Seit dem Bilanzjahr 1995 erfolgt diese Bilanzierung nach einer einheitlichen abgestimmten und verbindlichen Methodik[22].

1998 nahm der Länderarbeitskreis Energiebilanzen auch die Erstellung von CO_2-Bilanzen für die Länder in sein Arbeitsgebiet auf. Seitdem werden für alle Länder CO_2-Bilanzen herausgegeben, die ebenfalls nach einheitlichen Regeln auf Grundlage der Energiebilanzen für die Bundesländer erstellt werden. Hierbei werden zwei unterschiedliche Ansätze verfolgt:

Quellenbilanz – hierbei handelt es sich um eine auf den Primärenergieverbrauch eines Landes bezogene Darstellung der Emissionen, unterteilt nach den Emissionsquellen Umwandlungsbereich und Endenergieverbrauch. Die Quellenbilanz ermöglicht Aussagen über die Gesamtmenge des im Land durch den Verbrauch fossiler Energieträger emittierten Kohlendioxids.

Verursacherprinzip – hierbei handelt es sich um eine auf den Endenergieverbrauch eines Landes bezogene Darstellung der Emissionen. Bei diesem Verfahren wird auch die Anwendung von Strom und Fernwärme sowie deren „Außenhandelssaldo (aus Sicht der Bundesländer)“ in die CO_2-Bilanzierung einbezogen. Grund für diesen parallelen Berechnungsweg ist der Umstand, dass der Energieverbrauch in einzelnen Bundesländern bis zu 70 % auf der Einfuhr von Elektrizität und Fernwärme aus anderen Bundesländern beruht. Nur unter Berücksichtigung dieses Gesamtansatzes können in den Bundesländern Auswirkungen von vorbereiteten oder durchgeführten Klimaschutzmaßnahmen auch bilanziert und bewertet werden.

Seit 2002 erfolgt durch die Bundesländer auch eine Rückrechnung der energiebedingten CO_2-Emissionen für die Jahre seit 1990. Nachfolgend wird eine Gegenüberstellung der bislang publizierten Länderergebnisse der Quellenbilanz mit den auf Bundesebene berechneten Inventaren für die energiebedingten CO_2-Emissionen durchgeführt. Diese bezieht sich auf die Angaben für die Jahre 1990 bis 2005. Der Vergleich wird dadurch erschwert, dass die verfügbaren Information nicht immer in Form konsistenter Zeitreihen und somit nicht alle benötigten Angaben der einzelnen Bundesländer für alle Jahre vorliegen. Es wurden entsprechende Verfahren zur Lückenschließung angewendet. Diese beruhen auf Interpolation bzw. Extrapolation. Nachfolgend werden die verwendeten Daten und Ergebnisse, die auf Grund der beschriebenen Datenermittlung nur als eine Orientierung zu betrachten sind, für die Jahre 1990 bis 2005 zusammengestellt.

22 Informationen zu den im Arbeitskreis erarbeiteten und angewendeten Methoden können unter im Internet unter http://www.lak-energiebilanzen.de eingesehen werden. Für diesen Vergleich wurden die dort im März 2003 verfügbaren Angaben verwendet.

Tabelle 37: Vergleich der Ergebnisse der CO_2-Berechnungen der einzelnen Bundesländer mit den Bundesinventaren

Land	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**
	Gg CO_2															
Baden-Württemberg	74.374	78.590	78.036	78.673	74.535	78.074	81.759	78.570	80.080	77.379	74.940	80.108	76.549	75.598	74.768	77.222
Bayern	84.544	88.972	87.041	90.335	87.871	88.307	92.265	89.837	92.708	90.590	88.705	90.377	84.578	83.783	82.769	81.901
Berlin	26.941	27.957	25.234	26.643	25.531	24.445	24.726	23.560	22.876	23.693	23.661	24.068	21.281	21.249	20.184	*19.998*
Brandenburg	81.894	66.751	58.894	57.104	54.011	50.791	50.312	50.762	59.255	58.783	60.564	60.928	61.537	57.910	58.882	59.910
Bremen	13.433	13.586	12.903	12.517	13.341	13.239	14.256	14.170	13.857	12.793	14.079	14.137	14.031	14.667	13.057	12.222
Hamburg	12.743	14.226	13.116	13.813	13.361	13.467	14.572	13.940	*13.651*	*13.362*	*13.073*	*12.784*	*12.495*	12.206	11.589	11.343
Hessen	50.338	53.945	53.267	56.060	56.201	56.126	59.935	57.264	57.156	54.688	56.011	57.817	54.897	55.528	54.787	*54.961*
Mecklenburg-Vorpommern	15.539	10.757	9.360	9.473	9.510	10.233	11.636	10.654	10.413	10.627	10.256	10.718	10.908	10.451	10.961	10.216
Niedersachsen	77.138	82.276	*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	72.062
Nordrhein-Westfalen	299.028	309.888	306.287	300.041	295.874	303.349	312.345	307.064	304.784	294.014	293.987	299.969	295.293	295.885	291.555	282.533
Rheinland-Pfalz	27.394	29.448	28.914	30.248	30.274	31.490	31.463	31.646	31.167	30.311	28.853	29.574	27.793	26.787	26.432	*25.643*
Saarland	23.708	25.767	24.398	23.214	24.313	23.133	23.852	21.825	23.795	22.833	23.459	23.260	22.964	23.278	*23.031*	*23.157*
Sachsen	91.465	77.105	64.059	66.046	62.988	61.349	56.223	51.036	37.167	35.116	41.552	48.842	49.038	50.024	48.476	47.019
Sachsen-Anhalt	50.863	38.085	31.892	27.887	26.307	25.200	25.652	25.294	25.261	26.900	26.301	26.840	27.518	28.171	27.145	27.846
Schleswig-Holstein	24.200	23.826	24.082	24.590	24.191	22.940	23.517	22.654	22.426	21.868	21.378	22.737	21.455	21.401	20.592	19.356
Thüringen	28.098	22.071	18.687	16.334	13.992	13.240	13.641	12.806	12.713	12.438	12.059	12.339	12.066	11.924	11.812	11.450
Insgesamt	**981.699**	**963.249**	**917.084**	**912.531**	**890.493**	**893.716**	**914.629**	**890.521**	**887.713**	**862.711**	**863.106**	**887.643**	**864.465**	**859.902**	**846.058**	**836.839**
Bundesergebnis	**948.089**	**914.963**	**869.981**	**862.100**	**842.550**	**839.117**	**865.631**	**829.868**	**823.551**	**799.749**	**798.378**	**820.433**	**806.012**	**808.012**	**797.125**	**771.688**
Abweichung (Gg)	33.610	48.287	47.103	50.431	47.943	54.600	48.997	60.654	64.162	62.963	64.728	67.210	58.453	51.890	48.933	65.152
Abweichung (%)	3,5	5,3	5,4	5,8	5,7	6,5	5,7	7,3	7,8	7,9	8,1	8,2	7,3	6,4	6,1	8,4

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 15 Jahre lagen die CO_2-Emissionen der Bundesländer insgesamt etwa 6,5 % höher als das Bundesergebnis. Die Abweichungen lagen in ihren Extremen bei 3,5 % im Jahr 1990 und 8,4 % im Jahr 2005 . Bei Berücksichtigung der erfolgten Umbuchungen von jährlich etwa 40 Mio.t CO_2, die jetzt im Bereich der Metallherstellung berichtet werden, würden sich die Abweichungen zwischen den Länderergebnissen und dem Bundesergebnis auf etwa 1,5 bis 2 % reduzieren. Diese methodische Veränderung wurde bislang in den Bundesländern nicht vorgenommen.

Insgesamt bestätigen diese Vergleiche die für Deutschland ermittelten CO_2-Emissionen.

3.1.12.3.1 Geplante Verbesserungen

Die Vergleichsergebnisse werden im Anschluss an die Berichterstattung regelmäßig intensiv mit den Vertretern des Länderarbeitskreises Energiebilanzen diskutiert. Hierbei werden in diesem Jahr die methodischen Änderungen im Eisen- und Stahlbereich im Mittelpunkt stehen. Auf dieser Grundlage wird in diesem Jahr eine methodische Weiterentwicklung des Vergleiches zwischen den Ergebnissen der Länder- und dem des Bundes erfolgen.

Für die Vergleiche in den „alten“ Strukturen ist an dieser Stelle auf den Inventarbericht des Jahres 2005 zu verweisen.

3.2 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 Lachgas von Bedeutung.

3.2.1 Diffuse 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 38 ist das Schema der Quellgruppenzuordnung sowie der zugehörigen Berechnungsverfahren (Tabelle 39) aufgezeigt.

Tabelle 38: 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 39 die berechneten Werte für und Informationen zur Herkunft der Aktivitätsdaten das Jahr 2007 bereit.

Tabelle 39: Berechnung von Methanemissionen aus dem Kohlenbergbau für 2007

			Aktivitätsdaten [Mt]	CH_4-Emissionen [Gg]
1.B.1.a. Kohlenbergbau			**201,71** (= 1.B.1.a.i + 1.B.1.a.ii)	= 1.B.1.a.i + 1.B.1.a.ii = 187,63+1,98 **= 189,61**
	i.	**Tiefbau**	**21,307**[23] Steinkohlen-Förderung 1)	**= bergbauliche und anschließende bergbauliche Tätigkeiten** = 175,36 + 12,27 **= 187,63**
		bergbauliche Tätigkeiten		= AR * EF = 21,307 * 8,23 **= 175,36**
		anschließende bergbauliche Tätigkeiten		**= 12,27**
	ii.	**Tagebau**	**180,4** Braunkohlenförderung 1)	**= bergbauliche Tätigkeiten** **= 1,98**
		bergbauliche Tätigkeiten		= AR * EF = 180,4 * 0,011 **= 1,98**
		anschließende bergbauliche Tätigkeiten		(enthalten in 1.B.1.a.ii) IE
1.B.1.b. Umwandlung von Kohle - Veredelung			**13,82** Summe an Veredelungs-produkten 2) 1)	$AR_{Steink.Prod.}$*$EF_{Steink.Prod.}$ + $AR_{Braunk.Prod.}$*$EF_{Braunk.Prod}$ = 8,44 * 0,049 + 5,38 * 0 **= 0,41**
1.B.1.c. Andere				**= Stillgelegte Kohlenbergwerke** **= 5,2**
		Stillgelegte Kohlenbergwerke	**NO**	Emissionspotenzial abzüglich Verwertung **= 5,2**

1) nach STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT (2007)

2) Steinkohlenkoks, Steinkohlenbriketts, Braunkohlenkoks, Staubkohle, Trockenkohle, Wirbelschichtkohle, Braunkohlenbriketts, Braunkohlengranulat

3.2.1.1 Kohlenbergbau (1.B.1.a)

3.2.1.1.1 Allgemeine Beschreibung der Quellgruppe Kohlenbergbau (1.B.1.a)

CRF 1.B.1.a					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Solid Fuels	l / t	CH_4	1,46 %	0,39 %	fallend

Schadstoff	CO_2	CH_4	HFC	PFC	SF_6	N_2O	NO_X	CO	NMVOC	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 CH_4-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

[23] 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 8 Bergwerken ausschließlich im Tiefbau gewonnen, Braunkohle wird in 4 Revieren seit 2003 ausschließlich im Tagebau (14 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 CH_4. Eine Teilmenge an Methan wird direkt aus Flöz- und Nebengestein abgesaugt und als Grubengas verwertet.

Im Jahr 2007 betrug die Förderung von Steinkohlen rund 21 Mio. t verwertbare Förderung. Die Förderung von Braunkohlen lag im Jahr 2007 bei 180 Mio. t (STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT, 2007). Damit hat sich die Förderung von Steinkohlen gegenüber dem Vorjahr um ca. 3,1 % erhöht, die Förderung von Braunkohlen um ca. 2,3 %.

Seit 1990 haben die Methanemissionen aus dem Steinkohlenbergbau wegen der sinkenden Förderung und der zunehmenden Grubengasverwertung abgenommen. Die Emissionen aus dem Braunkohlentagebau haben aufgrund der Abnahme der Förderung ebenfalls abgenommen.

3.2.1.1.2 Methodische Aspekte (1.B.1.a)

Zur Berechnung der CH_4 -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 wird 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 2007). 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 8,23 kg/t (2007) ableiten. Berücksichtigt ist hierbei auch der Anteil an verwertetem Grubengas. Die Messwerte enthalten nur die tatsächlich emittierte Methanmenge.

Für die Berechnung der CH_4-Emissionen aus der Lagerung von Steinkohle werden die Aktivitätsdaten der Steinkohlenförderung als Basis herangezogen und mit dem Emissionsfaktor von 0,576 kg/t multipliziert. Der Emissionsfaktor in Höhe von 0,576 kg/t 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 (2007) entnommen. Nach Angaben des DEBRIV (Deutscher Braunkohlen-Industrie-Verein e.V.; DEBRIV 2004) wird ein Emissionsfaktor von durchschnittlich 0,015 m^3 CH_4/t (entspricht 0,011 kg CH_4/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 m^3 CH_4/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.

3.2.1.1.3 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).

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.

3.2.1.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.a)

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/m^3 (gemäß Reference Manual, 1996b: bei 20° C, 1 Atmosphäre) ergeben sich die in der Tabelle 40 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 40: Emissionsfaktoren für CH_4 aus dem Kohlenbergbau für das Jahr 2007

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	18,74	12,56	0,015	0,011
CH_4 aus Förderung abzüglich verwertetes Grubengas	12,29	8,23	-	-
CH_4 aus Lagerung	0,87	0,58	-	-
CH_4 aus Bergbau (Förderung und Lagerung abzüglich Grubengasnutzung)	13,16	8,81	0,015	0,011

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

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt. Die Qualitätssicherung konnte aufgrund teilweise fehlender Fachzuständigkeiten nicht vollständig durchgeführt werden.

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.

3.2.1.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.1.a)

Rückrechnungen sind im Nachkommabereich erfolgt.

3.2.1.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.1.a)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.2.1.2 Umwandlung von Kohle – Veredelung (1.B.1.b)

3.2.1.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.1.b)

CRF 1.B.1.b					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**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.

3.2.1.2.2 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 (2007) und entsprechender Emissionsfaktoren.

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

Berechnungsverfahren

Die Emissionen aus der Steinkohlenkoksproduktion sind nach dem Tier 2 Ansatz, analog der Gleichung des IPCC Reference Manual für CH_4 -Emissionen aus dem Kohlenbergbau, berechnet worden:

Emissionen [Gg CH_4] =

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

Die Aktivitätsrate für Steinkohlenkoksproduktion wurde aus der STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT (2007) entnommen.

Der verwendete Emissionsfaktor für Methan zur Berechnung der CH_4-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.

3.2.1.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.b)

Unsicherheiten der Aktivitätsrate ergeben sich vor allem aus Messungenauigkeiten beim Wiegen des produzierten Kokses. Durch Expertenbefragung beim NASE-Workshop 11/2004, konnte der Fehler auf <3 % quantifiziert werden.

Der Emissionsfaktor zur Berechnung der Methanemissionen aus der Steinkohlenkoksproduktion unterliegt aufgrund technischer Veränderungen im Prozess sowie zunehmenden Abgasreinigungsmaßnahmen einer erhöhten Unsicherheit. Ein Faktor von ±20 % ist nach Expertenmeinung anzunehmen (DMT 2005 sowie persönliche Informationen NASE-Workshop 11/2004).

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.

3.2.1.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.b)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt. Die Qualitätssicherung konnte aufgrund teilweise fehlender Fachzuständigkeiten nicht vollständig durchgeführt werden.

Bei der Betrachtung von Emissionsfaktoren ist der IPCC Konversionsfaktor von 0,67 Gg/10^6m³ 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 Nm³/kg (1,01325 bar, 0°C) **= 0,67 Gg/10^6m³** (20°C, 1 Atmosphäre) *** 1,07 Nm³/m³**

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

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.2.1.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.1.b)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

3.2.1.3 Andere (1.B.1.c)

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

CRF 1.B.1.c					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Solid Fuels	- / t	CH_4	0,14 %	0,01 %	fallend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**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 1.B.1.c Andere ist für CH_4-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach dem Trend.

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 CH_4-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 $AR_{CMM\text{-}Gewinnung}$ von 1,429 Mio. m³ auf 330,1 Mio. m³ in 2007 gesteigert. Der Grund für die Steigerung der Grubengasverwertung gegenüber dem Vorjahr liegt darin begründet, dass die hinzu gekommene Gasmenge in erster Linie im Jahr 2007 dem stillgelegten Bergbaubereich zugeschrieben wird.

Die Menge des verwerteten Grubengases muss in der Emissionsberichterstattung separat von der freigesetzten Menge von CH_4, jeweils bezogen auf aktive und stillgelegte Bergwerke erfasst werden und im Bereich 1.A. als energetische Verwertung mit entsprechenden Emissionen (verrechnet) angegeben werden.

3.2.1.3.2 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 CH_4-Emissionen.

Aus stillgelegten Braunkohletagebauen sind keine Ausgasungen zu erwarten, da der in 1.B.1.a angenommene EF dem Gasinhalt der in Deutschland vorkommenden Braunkohle entspricht. Braunkohlenreste, die in Tagebauen verbleiben, gasen nicht weiter aus (DEBRIV).

Die Quellgruppe wird in die folgenden Teilbereiche aufgeteilt:

- Tiefbau, stillgelegter Steinkohlenbergbau
- Stillgelegter Steinkohlenbergbau, Grubengasverwertung

3.2.1.3.3 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.

3.2.1.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.c)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt. Die Qualitätssicherung konnte aufgrund teilweise fehlender Fachzuständigkeiten nicht vollständig durchgeführt werden.

Bei der Betrachtung von Emissionen ist der IPCC Konversionsfaktor von 0,67 $Gg/10^6\,m^3$ 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 1,07376 von Nm^3 in m^3 umgerechnet werden.

3.2.1.3.5 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 2007 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: ± 50 %, Quelle: Deutsche Montan Technologie GmbH, DMT 2005) behafteten Schätzung zum Methananfall aus stillgelegten Bergwerken abzüglich der verwerteten Methanmenge zusammen.

3.2.1.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.1.c)

Über die Höhe der diffusen Methanemissionen aus stillgelegten Bergwerksteilen liegen wissenschaftliche Schätzungen vor. Fachleute gehen bisher von 335 Mio. m³ aus, von denen rund 5 Mio. m³ in die Atmosphäre gelangen. Da diese Zahl mit großen Unsicherheiten behaftet ist, sollen im Forschungsprojekt zum "Potential zur Freisetzung und Verwertung von Grubengas" weitere Verbesserungen erarbeitet werden. Die diffusen Austritte an der Erdoberfläche liegen bei max. 0,02 ‰ der Gesamtausgasung.

3.2.2 Öl und Erdgas (1.B.2)

Die übergeordnete Kategorie 1.B.2 umfasst insgesamt dreizehn Quellgruppen. Diese werden nach Kriterien der Wirtschaftsbranche der Erdöl und Erdgaswirtschaft weiter untergliedert, wobei die Prozessketten dieser Branchen zugrunde gelegt wurden. Die diffusen Emissionen aus Öl und Erdgas sind in der Emissions-Datenbank mit Daten zu den jeweiligen Quellgruppen und Subquellgruppen abgebildet. Die Emissionen der Quellgruppen unter der übergeordneten CRF-Kategorie 1.B.2 wurden überwiegend nach der Tier 2 Methode (IPCC) beziehungsweise nach der einfachen Methode (EMEP) ermittelt.

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

3.2.2.1 Geplante Verbesserungen (1.B.2)

Zur Verbesserung des Inventars werden in derzeit laufenden Forschungsprojekten weitere Emissionsfaktoren ermittelt. Sofern adäquate spezifische Emissionsfaktoren nicht zu ermitteln sind, wird geprüft inwieweit Default-Werte aus den IPCC-Richtlinien anwendbar sind.

3.2.2.2 Öl (1.B.2.a)

3.2.2.2.1 Öl, Exploration (1.B.2.a.i)

CRF 1.B.2.a.i					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	NO	NO	NO	CS	NO	NO	CS	NO
EF Unsicherheiten in %	20	20				20				
Unsicherheitenverteilung		N								
Methode EF-Ermittlung	Mess	Mess				Mess				

Die Quellgruppe 1.B.2.a.i „Öl, Erkundung“ (Engl. = Exploration) ist keine Hauptquellgruppe.

Die CH_4- und N_2O-Emissionen der Quellgruppe werden derzeit nicht bestimmt (Notation: „NE“).

3.2.2.2.1.1 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 2007 wurden in Untersuchungsbohrungen eine Leistung von 2517 m und in Teilfeldsuchbohrungen von 15698 m erbracht (WEG, 2007: Tabelle Bohrerfolgsbilanz). Die zugrunde liegende Statistik über die Exploration unterscheidet nicht nach Erdöl und Erdgas.

3.2.2.2.1.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.i)

Es werden lediglich auf Grundlage des Default-Faktors für CO_2 von 95 kg per number of producing and capable well Emissionen für erfolgreiche Bohrungen aus dem Jahresbericht des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V. (WEG) berechnet. Zur Zeit wird geprüft, ob aus der Anzahl der Erkundungsbohrungen als Aktivitätsrate (WEG Jahresbericht, Tabelle Bohrerfolgsbilanz) und anwendbaren Default Emissionsfaktoren aus den IPPC Guidance 2000 (S.2.86, Tab. 2.16) weitere Emissionen berechnet werden können.

3.2.2.2.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.i)

Die Unsicherheiten in den Quellgruppe werden erst bestimmt, wenn geeignete Daten vorliegen.

3.2.2.2.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.i)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde durchgeführt.

Die Ergebnisse der Qualitätssicherung wurden bei der Ermittlung und Dokumentation der Emissionen berücksichtigt.

Die Beiträge zu der Quellgruppe konnten noch nicht mittels Vergleich, Gegenüberstellung oder Analyse der Inventare anderer Ländern verifiziert werden. Teilweise werden die Auswertungen in den jeweiligen nationalen Inventarberichten nicht in geeigneter Art und Weise veröffentlicht. Die Nutzung der EF aus Inventaren anderer Länder ist noch auf deren Anwendbarkeit in Deutschland zu prüfen.

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

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.2.2.2.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.a.i)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

3.2.2.2.2 Öl, Vorbehandlung (1.B.2.a.ii)

CRF 1.B.2.a.ii					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	NO	NO	NO	NO	NO	NO	CS	NO
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung										

Die Quellgruppe 1.B.2.a.i "Öl, Förderung und Vorbehandlung" (Engl. = Production) ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.a Öl keine Hauptquellgruppe.

Die Emissionen der Quellgruppe werden nach der Methode Tier 2 bestimmt.

3.2.2.2.2.1 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 2007 nach Angaben des Jahresbericht des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung (WEG, 2007) 3,414 Mio. t.

Die Vorbehandlung des geförderten Erdöls (Rohöls) in Aufbereitungsanlagen dient der Entgasung, Entwässerung und Entsalzung von Rohöl. Die unmittelbar aus den Bohrlöchern gewonnenen Rohöle entsprechen in ihrer Zusammensetzung nicht den Erfordernissen zum sicheren und problemlosen Transport in Rohrleitungen, da sie Verunreinigungen, einen Gasanteil und vor allem Wasser enthalten. Es erfolgt keine Stoffumwandlung. Störende Beimengungen, insbesondere mit dem Erdöl gefördertes Begleitgas (Erdölgas), Salze und Wasser werden entfernt, um Rohöl geeigneter Qualität für die Beförderung in Rohrleitungen (Pipelines) zu erzeugen.

3.2.2.2.2.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.ii)

Zu dieser Quellgruppe liegen noch keine relevanten Zwischenergebnisse vor (siehe 1.B.2, Kapitel 3.2.2 NIR 2008)

Der Jahresbericht des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung (WEG, 2007): dokumentiert folgende Emissionsfaktoren:

Tabelle 41: Emissionsfaktoren zur Erdölgewinnung

	CO_2	**SO_2**	**NO_X**	**CH_4**
Erdöl [kg/t]	100	0,14	0,07	0,14

3.2.2.2.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.ii)

Die Unsicherheiten in der Quellgruppe werden bei 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 von + 25 % bis + 50 % (IPCC GPG, 2000: Kapitel 2.7.1.6, Energy - Uncertainty Assessment, S. 2.92).

3.2.2.2.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.ii)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde durchgeführt. Die Ergebnisse der Qualitätssicherung wurden bei der Ermittlung und Dokumentation der Emissionen berücksichtigt.

Die Beiträge zu der Quellgruppe konnten noch nicht mittels Vergleich, Gegenüberstellung oder Analyse der Inventare anderer Ländern verifiziert werden.

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

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.2.2.2.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.a.ii)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

3.2.2.2.3 Öl, Transport (1.B.2.a.iii)

CRF 1.B.2.a.iii					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	NO	CS	NO	NO	NO	NO	NO	NO	CS	NO
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung										

Die Quellgruppe 1.B.2.a.i "Öl, Weiterleitung" (Engl. = Transport) ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.a Öl keine Hauptquellgruppe.

Die Emissionen der Quellgruppe werden nach der Methode Tier 2 bestimmt.

3.2.2.2.3.1 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 (engl. = Pipelines). Die Rohrfernleitungen sind ortsfest und im Regelfall unterirdisch verlegt. Anders als beim übrigen Verkehr wird der Transport nicht durch Umschlagvorgänge unterbrochen.

Die Rohrfernleitungen für Importe nach Deutschland hatten im Jahr 2007 eine Länge von 1.861 km mit einem Durchsatz von 100 Mio. t Rohöl (MWV 2008:,S.38ff.). Rohr(fern-)leitungen für Mineralöl hatten im Jahr 2005 eine Länge von 3331 km mit einem Durchsatz von 33,6 Mio. t (MWV 2006, Mineralölversorgung mit Pipelines).

Eine Auflistung der Rohrfernleitungen in Deutschland ist dem NIR 2008 zu entnehmen.

Lediglich etwa 0,1 % des beförderten Rohöls werden mit Binnentankschiffen transportiert (111.800 t im Jahr 2000, siehe DESTATIS Fachserie 8, Reihe 4, 1991-2004). Daher scheint dieser Teil der Logistik zu Rohöl vernachlässigbar.

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

Aufgrund fehlender landespezifischer Emissionsfaktoren im Bereich des Transportes von Öl per Pipeline werden die Default-Emissionsfaktoren aus der IPCC Good Practice Guidance (2000: S 2.87) für den Tier 1 Ansatz verwendet (EF CH_4 = 5,4E-06; EF CO_2 = 4,9E-07; EF N_2O = 0 [Gg/(10³m³ Öl. per Pipeline transportiert)].

Genaue landesspezifische Aktivitätsraten sind in diesem Bereich mit den Durchsätzen von Rohöl (Öl) durch die Rohrleitungen seitens des MWV bekannt. Weitere Aspekte zur Vervollständigung des Inventars sind in den Inventarverbesserungsplan aufgenommen worden.

Die Angaben zur Erfüllung der guten Inventarpraxis nach den Guidelines werden übergreifend bei 1.B.2 erläutert (siehe Kapitel 3.2.2. NIR 2008).

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

Die Unsicherheiten in der Quellgruppe werden bei 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 von + 25 % bis + 50 % (IPCC GPG, 2000: Kapitel 2.7.1.6, Energy - Uncertainty Assessment, S. 2.92).

3.2.2.2.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.iii)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde durchgeführt. Die Ergebnisse der Qualitätssicherung wurden bei der Ermittlung und Dokumentation der Emissionen berücksichtigt.

Die Beiträge zu der Quellgruppe konnten noch nicht mittels Vergleich, Gegenüberstellung oder Analyse der Inventare anderer Ländern verifiziert werden.

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

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.2.2.2.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.a.iii)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

3.2.2.2.4 Öl, Verarbeitung und Lagerung (1.B.2.a.iv)

CRF 1.B.2.a.iv					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	-	CS	-	-	-	-	NO	NO	CS	CS
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung										

Die Emissionen der Quellgruppe werden für Teile in der Datenbank ZSE nach der Tier 1 oder nach Tier 3 Methode bestimmt.

3.2.2.2.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.iv)

Die Emissionen der Quellgruppe setzen sich aus den Tätigkeiten der Branche der Raffinerien und der Verarbeitungsbetriebe der Mineralölindustrie zusammen. In Deutschland werden Rohöl und Mineralölzwischenprodukte verarbeitet. Die Betriebe erhalten überwiegend Rohöl zur Verarbeitung. In einem bestimmten Umfang werden auch im Verbund Mineralölzwischenprodukte außerhalb der Raffinerien weiter verarbeitet. Die Verarbeitung erfolgt in technisch modernen Anlagen. In Deutschland wurden im Jahr 2004 insgesamt 14 Rohölraffinerien und 7 Schmieröl- und Altölraffinerien betrieben. Der Rohölgesamteinsatz betrug 122,7 Mio. t für das Jahr 2007. (MWV, 2008: S. 47).

3.2.2.2.4.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.iv)

Die Aktivitätsraten werden aus den jährlichen Sonderveröffentlichungen des Mineralölwirtschaftsverbandes e.V. (MWV) „Jahresbericht Mineralöl-Zahlen“ oder dem Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung (WEG) „Jahresbericht Zahlen & Fakten “ entnommen.

Die Emissionen an CH_4 wurden aus landesspezifischen Emissionsfaktoren und den Aktivitätsraten berechnet.

Zu der Quellgruppe liegen derzeit keine weiteren relevanten Zwischenergebnisse aus der laufenden Inventarerstellung vor.

Die Angaben zur Erfüllung der guten Inventarpraxis nach den Guidelines werden übergreifend bei 1.B.2 erläutert (siehe Kapitel 3.2.2).

3.2.2.2.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.iv)

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 von + 25 % bis + 50 % (IPCC GPG, 2000: Kapitel 2.7.1.6, Energy - Uncertainty Assessment, S. 2.92).

3.2.2.2.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.iv)

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

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig 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 1660 kg/PJ angegeben. Wird der deutsche Emissionsfaktor für das Jahr 2007 von 0,018 kg CH_4/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 in 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.

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

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.2.2.2.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.a.iv)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

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

CRF 1.B.2.a.v				
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)	**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	-	CS	-	-	-	-	NO	NO	CS	NO
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung										

Die Quellgruppe 1.B.2.a.v "Öl, Verteilung" (Engl. = Distribution of oil products) ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.a Öl keine Hauptquellgruppe.

Zur Bestimmung der Emissionen aus der Verteilung 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.

Die Emissionen der Quellgruppe werden in der Emissions-Datenbank nach der Tier 2 oder nach Tier 3 Methode bestimmt (siehe Quellgruppe 1.B.2.a.iii, Kapitel 3.2.2.2.3).

3.2.2.2.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.v)

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 2007 auf 108.110.000 t (MWV 2008, S.51). Der Inlandsverbrauch von Ottokraftstoff betrug im Jahr 2007 nach dem MWV (ebd.) 21.292.000 t. Die NMVOC-Emissionen bei der Verteilung von Ottokraftstoff insgesamt (1.B.2.a.v) stammen vor allem aus diffusen Emissionen beim

Umschlag (Befüllen/Entladen) und Verlusten aus den Behältern (Tankatmung). Diese sind seit dem Jahr 1990 um 89 % zurückgegangen.

Der Rückgang der diffusen Emissionen in diesem Zeitraum resultiert aus der Umsetzung der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA-Luft 2002) sowie der 20. und 21. BImSchV in Form von Gaspendelungs- und Gasrückführungseinrichtungen und dem verringerten Verbrauch an Ottokraftstoffen.

Gegenwärtig werden etwa 13 Mio. m³ Ottokraftstoffe in Deutschland mit Kesselwagen per Bahn transportiert. Hierbei kommt es zu maximal 300.000 Vorgängen des Umschlags (Entladen und Beladen). Es sind ungefähr 5.000 bis 6.000 Eisenbahnkesselwagen für den Transport von Ottokraftstoff im Einsatz. Durch Umschlag (Befüllen/Entladen) und Verluste aus den Tanks werden jährlich lediglich 1,4 kt VOC emittiert (UBA, 2004b). Die Emissionssituation macht deutlich, dass der technische Ausrüstungsstand von Eisenbahnkesselwagen und Umschlagseinrichtungen bereits ein hohes Niveau erreicht hat.

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.

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

Derzeit umfasst das Inventar lediglich 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 Emissionsfaktor für CH_4 von 1,1 kg/t Rohöl wird derzeit noch für die Quellgruppen 1.B.2.a.i, 1.B.2.a.ii und 1.B.2.a.iii von Erdöl und Rohöl (Berechnungsverfahren der Stufe 1, siehe 3.2.2.2.1) verwendet und beinhaltet auch die hierbei entstehenden Emissionen aus Abfackelungen (1.B.2.c.i) sowie sonstige Verluste (1.B.2.a.vi) und stammt aus einem DGMK-Forschungsbericht (DGMK, 1992: S. II-98). Die CH_4-Emissionsfaktoren für den Bereich Raffinerie (1.B.2.a.iv) und Lagerung (siehe auch 1.B.2.a.ii und (1.B.2.a.v) wurden aus einem VOC-Emissionsfaktor abgeleitet (der Emissionsfaktor CH_4 entspricht 10 % des Emissionsfaktors für VOC) und kontinuierlich aufgrund der Fortentwicklung des Standes der Emissionsminderungstechnik fortgeschrieben. Der ursprüngliche Emissionsfaktor für VOC ist nicht hinreichend dokumentiert.

3.2.2.2.5.3 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 von + 25 % bis + 50 % (IPCC GPG, 2000: Kapitel 2.7.1.6, Energy - Uncertainty Assessment, S. 2.92).

3.2.2.2.5.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.v)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt. Die Ergebnisse der Qualitätssicherung werden bei der Ermittlung und Dokumentation der Emissionen berücksichtigt.

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.

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

3.2.2.2.5.6 Rückrechnungen sind nicht erforderlich. Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.a.v)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

3.2.2.2.6 Öl, Sonstige (1.B.2.a.vi)

CRF 1.B.2.a.vi					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	-	CS	-	-	-	-	NO	NO	CS	NO
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung										

Die Quellgruppe 1.B.2.a.vi "Öl, Sonstige" (Engl. = Oil, other) ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.a Öl keine Hauptquellgruppe.

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. -

3.2.2.2.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.vi)

Bei der Reinigung von Behältern können Emissionen entstehen. 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 maximal 0,04 kt/a VOC. Eine konsequentere Erfassung der Emissionen bei der Öffnung des Mannlochs im Kesselwagen 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 den ermittelten 36,5 t/a (ohne Adsorption) um ca. 97 % (UBA, 2004b, S.34).

3.2.2.2.6.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.vi)

Derzeit umfasst das Inventar Emissionen aus der Reinigung von Eisenbahnkesselwagen.

Zur Berechnung der Emissionen wird in dem leeren Tank von einer gesättigten Atmosphäre mit einem VOC-Gehalt von etwa 1 kg/m³ ausgegangen. Beim Öffnen des Mannlochs entweichen ca. 14,6 m³ aus dem Tank. Die Emissionen bewegen sich bei 2.500 Reinigungsvorgängen bei 36,5 t/a.

Die Berechnungsverfahren verwenden landessspezifische Emissionsfaktoren und Aktivitätsraten.

3.2.2.2.6.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.vi)

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 von + 25 % bis + 50 % (IPCC GPG, 2000: Kapitel 2.7.1.6, Energy - Uncertainty Assessment, S. 2.92).

3.2.2.2.6.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.vi)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

Weitere Ergebnisse zur Verifikation liegen noch nicht vor.

3.2.2.2.6.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.vi)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich

3.2.2.2.6.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.a.vi)

Die Ausweitung und Aktualisierung der Daten zur Reinigung von Eisenbahnkesselwagen (Forschungsbericht 20244372 UBA-FB 000581) auf andere Reinigungsbereiche entsprechend dem Ansatz der Logistik (siehe NIR 2008) und die Erfassung von Emissionen in den hinzukommenden Bereichen ist derzeit Gegenstand eines Forschungsprojektes.

3.2.2.3 Erdgas (1.B.2.b)

CRF 1.B.2.b					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Natural Gas	l / t	CH_4	0,54 %	0,65 %	steigend

Die Quellgruppe „Erdgas“ ist für CH_4-Emissionen aus Erdgas (engl. natural gas) eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe und dem Trend.

3.2.2.3.1 Gas, Erkundung von Gas (1.B.2.b.i)

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	CS	CS	-	-	-	-	NO	NO	CS	NO
EF Unsicherheiten in %	20	20								
Unsicherheitenverteilung	N	N								
Methode EF-Ermittlung	CS	CS								

Die Quellgruppe 1.B.2.b.i „Gas, Erkundung von Gas“ ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.b Gas keine Hauptquellgruppe.

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

3.2.2.3.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.i)

Zur Beschreibung der Quellgruppe siehe 1.B.2.a.i.

3.2.2.3.1.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.i)

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

3.2.2.3.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.i)

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

3.2.2.3.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.i)

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

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

3.2.2.3.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.i)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.2.2.3.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.b.i)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

3.2.2.3.2 Gas, Herstellung und Verarbeitung (1.B.2.b.ii)

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**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, Vorbehandlung und Verarbeitung von Gas“ (Engl. = Production and Processing) ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.b Gas eine Hauptquellgruppe.

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").

Die Emissionen der Quellgruppe wird derzeit nach der Tier-2-Methode bestimmt.

3.2.2.3.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.ii)

Die Emissionen der Quellgruppe setzen sich aus den Tätigkeiten der in der Vorbehandlung und Verarbeitung tätigen Firmen oder Gesellschaften der Erdgas- und Kohlegasbranche (Flözgas) der Förderung des Rohstoffs aus den Lagerstätten zusammen. In Deutschland findet Vorbehandlung in Anlagen statt. Emissionen vom Anfang einer Vorbehandlung bis zum Abschluss der Verarbeitung können aus verschiedenen Anlagen stammen.

Anlagen zur Vorbehandlung

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 2000, S. 16).

Sauergas

Das aus der geologischen Formation des Zechsteins in Deutschland geförderte schwefelwasserstoffhaltige Erdgas (so genanntes Sauergas) erfordert eine spezielle Aufbereitung. Dieses Gas wird durch gesonderte und wegen der Gefährlichkeit des Schwefelwasserstoffs zusätzlich gesicherte Rohrleitungen in zentrale Aufbereitungsanlagen transportiert, wo ihm in chemisch-physikalischen Waschprozessen der Schwefelwasserstoff entzogen wird. Das Erdgas verlässt die Aufbereitungsanlagen in verbrauchsfähiger Qualität. Der Schwefelwasserstoff wird in elementaren Schwefel umgewandelt und dient hauptsächlich der chemischen Industrie als Grundstoff. Die Schwefelproduktion aus der Erdgasgewinnung beträgt in Deutschland rund 1 Million Tonnen pro Jahr (WEG, 2006, S. 48).

3.2.2.3.2.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.ii)

Zu dieser Quellgruppe liegen noch keine relevanten Zwischenergebnisse vor (siehe 1.B.2, Kapitel 3.2.2 NIR 2008). Die Herangehensweise in den Berechnungsverfahren entspricht weitgehend der Quellgruppe 1.B.2.a.ii.

Der Jahresbericht des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung (WEG, 2007): dokumentiert folgende Emissionsfaktoren:

Tabelle 42: Emissionsfaktoren zur Erdgasgewinnung

	CO_2	SO_2	NO_X	CH_4
Erdgas [kg/t]	27	0,1	0,029	0,16

3.2.2.3.2.3 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 von + 25 % bis + 50 % (IPCC GPG, 2000: Kapitel 2.7.1.6, Energy - Uncertainty Assessment, S. 2.92).

3.2.2.3.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.ii)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt. Die Ergebnisse der Qualitätssicherung wurden bei der Ermittlung und Dokumentation der Emissionen berücksichtigt.

Die Beiträge zu der Quellgruppe konnten noch nicht mittels Vergleich, Gegenüberstellung oder Analyse der Inventare anderer Ländern verifiziert werden.

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

3.2.2.3.2.6 Rückrechnungen sind nicht erforderlich. Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.b.ii)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

3.2.2.3.3 Gas, Weiterleitung (1.B.2.b.iii)

Schadstoff	CO_2	CH_4	HFC	PFC	SF_6	N_2O	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 von Gas“ ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.b Gas eine Hauptquellgruppe.

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").

Die Emissionen der Quellgruppe werden derzeit nach der Tier-2-Methode bestimmt.

3.2.2.3.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.iii)

Die Emissionen der Quellgruppe setzen sich aus den Tätigkeiten der Branche der Gasproduzenten und 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.

Rohrleitungen (Fernhochdruckrohrleitungen)

In Deutschland gefördertes Erdgas wurde von den Förderfeldern und den dortigen Förderstationen (auf Land und vor der Küste) anteilig über Rohrleitungen weitergeleitet. Die Betreibergesellschaften der bedeutendsten Gasfernleitungen in Deutschland sind zum einen im Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung (WEG, Leitungen von der Förderstation zum Gasversorger) und zum anderen im Bundesverband der Gas- und Wasserwirtschaft (BGW, Leitungen der Gasversorger zum Endverbraucher) organisiert.

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

Gas zur Weiterleitung an Zwischenlager sowie an Anlagen und Betriebe 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 3.2.2.3.4).

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).

3.2.2.3.3.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.iii)

Die Herangehensweise in den Berechnungsverfahren entspricht weitgehend der Quellgruppe 1.B.2.a.v. Weitere Informationen siehe dort (1.B.2.a.iv).

3.2.2.3.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.iii)

Zur Erläuterung der Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz siehe 1.B.2.

3.2.2.3.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.iii)

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

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

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

Rückrechnungen sind nicht erforderlich. Zur Erläuterung der quellenspezifischen Rückrechnungen siehe 1.B.2.

3.2.2.3.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.b.iii)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

3.2.2.3.4 Gas, Verteilung (1.B.2.b.iv)

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**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 von Gas“ ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.b Gas eine Hauptquellgruppe.

Die Bestimmung der Emissionen ist wie in der Quellgruppe 1.B.2.a.v skizziert nach der dort beschriebenen Methode zu ermitteln.

Die Emissionen der Quellgruppe werden nach der Tier 3 Methode bestimmt.

Nach den Vorgaben der Guidelines sind Emissionen für die Schadstoffe Methan und für die Gruppe der leicht flüchtigen organischen Kohlenwasserstoffe (CH4 + NMVOC = VOC) zu berichten (siehe 1.B.2.a.v).

Nach den Berichtsvorgaben des Guidebook sind zu den in 1.B.2.a.v aufgeführten Schadstoffe Emissionen zu bestimmen.

3.2.2.3.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.iv)

Die Emissionen der Quellgruppe setzen sich aus den Tätigkeiten der Branche der Gasversorgungsunternehmen bis zu den Kunden, die Gas verbrauchen, zusammen. In Deutschland wird Erdgas zur Gasversorgung überwiegend über Rohrleitungsnetze verteilt. Zur Verteilung von Gas werden Rohrleitungen der Druckstufen Nieder- (bis 100 mbar) und Mitteldruck (zwischen 100 mbar und 1 bar) und der Leitungsmaterialien Kunststoff, Stahl/Duktilguss und Grauguss eingesetzt. Um Doppelzählungen zu vermeiden, ist das gesamte Hochdruckrohrnetz der Ferngas- und Erdgasfördergesellschaften in 1.B.2.b.iii zusammengefasst.

Die durch die Gasverteilung verursachten Emissionen sind trotz deutlich gestiegener Gasdurchleitungen und eines gegenüber 1990 um über 40 % erweiterten Verteilungsnetzes um zirka 17 % 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 43: Gasverteilungsnetz und verursachte Emissionen

Parameter	1990	1995	2000	2005	2007
Gesamtlänge Leitungsnetz [km]	245.852	320.876	369.390	366.094	364.794
Methangesamtemission [t]	199.567	208.473	191.344	165.866	158.301
Implizierter Emissionsfaktor [kg/km]	811,7	649,7	518,0	453,1	433,9
Änderung des Emissionsfaktors zum Basisjahr	0 %	20 %	36 %	44 %	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 (kleine 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 und der Emissionsfaktoren zusammengestellt. Die Verteilungsnetze des Stadtgases sind dabei mit berücksichtigt worden. Besonders auffällig ist der Ausbau des Kunststoffrohrnetzes mit über 210 % im Mitteldruckbereich.

Tabelle 44: Struktur des Gasverteilungsnetzes

Verteilungsnetz		Länge des Verteilungsnetzes			Emissionsfaktoren [kg/km]		
Druckstufe	Material	1990 [km]	2007 [km]	Änderung [%]	1990 (Stadtgas)	1990 (Erdgas)	2007 (Erdgas)
Niederdruck	Grauguss	17.260	0	100	1.480	7.990	5820
	Kunststoff	23.894	30.048	25,8	18	70	70
	Stahl und Duktilguss	119.761	140.238	17,1	20	643	643
Mitteldruck	Kunststoff	43.307	135.888	213,8	35	67	67
	Stahl und Duktilguss	54.222	58.620	8,1	250	974	971
Insgesamt		**258.444**	**364.794**	**41,1**			

Verteilung über Behälter

Die Verteilung von Gas in Behälter (kleine 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.

Zu dieser Quellgruppe liegen noch keine weiteren relevanten Zwischenergebnisse aus der diesjährigen Umstellung der Berechnungsverfahren vor (siehe 1.B.2).

Die Angaben zur Erfüllung der guten Inventarpraxis nach den Guidelines werden übergreifend bei 1.B.2 erläutert (siehe Kapitel 3.2.2).

3.2.2.3.4.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.iv)

Die Herangehensweise in den Berechnungsverfahren entspricht weitgehend der Quellgruppe 1.B.2.a.v. Weitere Informationen siehe dort (Kapitel 3.2.2.2.5).

3.2.2.3.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.iv)

Zur Erläuterung der Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz siehe 1.B.2.

3.2.2.3.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.iv)

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

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

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

Rückrechnungen sind nicht erforderlich. Zur Erläuterung der quellenspezifischen Rückrechnungen siehe 1.B.2.

3.2.2.3.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.b.iv)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

3.2.2.3.5 Gas, Sonstige Leckagen (1.B.2.b.v)

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	?	CS	-	-	-	-	NO	CS	NO	NO
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung										

Die Quellgruppe 1.B.2.v „Gas, Sonstige“ ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.b Gas eine Hauptquellgruppe.

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 CO_2 erfolgt nicht, auch wenn die CRF-Reporter Software bzw. das CRF diesen Schadstoff ausweisen, da die Guidelines diesen Schadstoff nicht für diese Quellgruppe aufführen.

3.2.2.3.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.v)

Aufgrund der Umstellung auf einen neuen methodischen Ansatz sind noch Daten aus den vorherigen Berechnungsverfahren verblieben, deren Zuordnung noch nicht abschließend geklärt werden konnte. Ob es sich hierbei um Doppelzählungen oder fehlerhafte Zuordnungen zu der Quellgruppe 1.B.2.b handelt, konnte noch nicht abschließend geklärt werden. Näheren Aufschluss soll ein bereits laufendes Forschungsvorhaben geben.

3.2.2.3.5.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.v)

Die methodischen Aspekte können derzeit noch nicht erläutert werden.

3.2.2.3.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.v)

Zur Erläuterung der Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz siehe 1.B.2.

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

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

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

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

Rückrechnungen sind nicht erforderlich. Zur Erläuterung der quellenspezifischen Rückrechnungen siehe 1.B.2.

3.2.2.3.5.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.b.v)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

3.2.2.3.6 Abfackelung und Entlüftung (1.B.2.c)

CRF 1.B.2.c.i					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - 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 Schadstoffe.

3.2.2.3.7 Abfackelung und Entlüftung von Öl (1.B.2.c.i)

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	CS, IE	CS, IE	-	-	-	CS, IE	NO/NE	NO/NE	NE	NO
EF Unsicherheiten in %	20	20				20				
Unsicherheitenverteilung		N								
Methode EF-Ermittlung	Mess	Mess				Mess				

Die Quellgruppe 1.B.2.c.i „Abfackelung und Entlüftung, Öl“ 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 Raffinerie (siehe 1.B.2.a.iii) enthält Abfackelung und Entlüftung als Kriterium.

Die Emissionen der Quellgruppe werden derzeit nicht bestimmt oder werden anteilig an anderer Stelle in einer Quellgruppe von 1.B.2 berücksichtigt (Notation: „NE“ und „IE“).

3.2.2.3.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.c.i)

Nach den allgemeine 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 (1.B.2.a.iv) 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 CO_2 und H_2O umgesetzt. Am Fackelkopf ist daher selten mehr als eine kleine Zündflamme zu sehen.

3.2.2.3.7.2 Methodische Aspekte (1.B.2.c.i)

Zu den Ergebnissen in dieser Quellgruppe liegen noch keine relevanten Zwischenergebnisse aus der laufenden Inventarerstellung vor.

Die Ergebnisse der Qualitätssicherung werden bei der Ermittlung und Dokumentation der Emissionen berücksichtigt.

3.2.2.3.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.c.i)

Die Unsicherheiten in den Quellgruppe werden erst bestimmt, wenn geeignete Daten vorliegen.

3.2.2.3.7.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.c.i)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde in den Bereichen in denen Abfackelung und Entlüftung von Erdöl Anwendung findet, durchgeführt. Die Ergebnisse der Qualitätskontrolle wurden bei der Ermittlung und Dokumentation der Emissionen berücksichtigt. Die Beiträge zu der Quellgruppe konnten noch nicht mittels Vergleich, Gegenüberstellung oder Analyse der Inventare anderer Länder verifiziert werden.

Die Verifikation alleinig für den Bereich 1.B.2.c.i ist zurzeit nicht möglich.

3.2.2.3.7.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.c.i)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.2.2.3.7.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.c.i)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

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

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	CS, IE	CS, IE	-	-	-	CS, IE	NO/NE	NO/NE	NE	NE
EF Unsicherheiten in %	20	20				20				
Unsicherheitenverteilung		N								
Methode EF-Ermittlung	Mess	Mess				Mess				

Die Quellgruppe 1.B.2.c.ii „Abfackelung und Entlüftung, 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.

Die Emissionen der Quellgruppe werden derzeit nicht bestimmt oder werden anteilig an andere Stelle in einer Quellgruppe von 1.B.2 berücksichtigt (Notation: „NE“ und „IE“).

3.2.2.3.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.c.ii)

Zur Beschreibung der Quellgruppe siehe 1.B.2.c.i.

3.2.2.3.8.2 Methodische Aspekte (1.B.2.c.ii)

Zur Beschreibung der Quellgruppe siehe 1.B.2.c.i.

3.2.2.3.8.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.c.ii)

Erläuterungen zu Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz entfallen.

3.2.2.3.8.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.c.ii)

Erläuterungen zu Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung entfallen Die Verifikation ist zurzeit nicht möglich (siehe auch 1.B.2.c.i).

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

3.2.2.3.8.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.c.ii)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.2.2.3.8.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.c.ii)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

3.2.2.4 Geothermie (1.B.2.d)

3.2.2.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.d)

Die Quellgruppe 1.B.2.d „Geothermie“ ist keine Hauptquellgruppe.

Geothermie zählt zu den regenerativen Energien und umfasst im Wesentlichen zwei Arten der Energiegewinnung: zum einen die direkte Nutzung, in dem Wärmepumpen Erdwärme zum Heizen sowie zur Warmwasserbereitung an den Verbraucher leiten, zum anderen zur Erzeugung von elektrischem Strom oder in einer Kraft-Wärme-Kopplung (KWK).

Im Jahr 2007 waren in Deutschland drei geothermische Kraftwerke in Betrieb - die Kraftwerke Landau und Unterhaching, die erst im letzten Drittel des Jahres ans Netz gingen sowie Neustadt Glewe, das hingegen bereits seit 1994 am Netz ist. Es ist damit zu rechnen, dass in den kommenden Jahren eine Vielzahl neuer Kraftwerke hinzukommen werden.

Es ist zu bemerken, dass bei dem Betrieb der Geothermiekraftwerke in Deutschland keine Emissionen von klimawirksamen Gasen auftreten. Lediglich durch die Nutzung von Strom aus Gas, Öl oder Kohle für die Thermalwasserpumpen oder die jeweiligen Spitzenlastanlagen sind Emissionen von klimawirksamen Gasen zu verzeichnen. Die Gesamtmenge an benötigtem Pumpenstrom ist bisher nicht bekannt.

Der Thermalwasserkreislauf wird untertägig unter Luftabschluss betrieben, so dass während des Normalbetriebs keine Emissionen zu erwarten sind. Kommt es dennoch aufgrund eines Störfalls oder einer Anlagenrevision zu einem Kontakt des Wärmeträgermediums mit Luft, können die im Wärmeträgerfluid gelösten Gase frei gesetzt werden, vor allem H_2, CH_4, CO_2 und H_2S. Aufgrund der Verdünnung der gelösten Gase durch den Luftkontakt sind keine gefährlichen Schadstoffkonzentrationen für die Umwelt zu befürchten (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).

Nach Untersuchungen des GeoForschungsZentrums Potsdam („Geothermisches Heizwerk Neustadt-Glewe: Zustands- und Stoffparameter, Prozeßmodellierungen, Betriebserfahrungen und Emissionsbilanzen; Emissionsbilanz des Geothermischen Heizwerkes Neustadt-Glewe für das Betriebsjahr 1996“) können Emissionen von NO_x, CO und SO_2 im mittleren dreistelligen und für CO_2 im oberen dreistelligen Kilogrammbereich angenommen werden. Genauere Untersuchungen liegen dem UBA bislang nicht vor.

3.2.2.4.2 Methodische Aspekte (1.B.2.d)

Das IPCC Reference Manual beschreibt keine Methodik für die Quellgruppe 1.B.2.d „Andere“ (IPCC et al, 1996b: S. 1.132f)

Emissionsfaktoren für Schadstoffe, die bei Bohrungen zur Erschließung der oberflächennahen und der tiefen Geothermie entweichen könnten sind in Deutschland derzeit nicht bekannt. Es ist aber unter geowissenschaftlichen Gesichtspunkten bei annähernd jeder Bohrung mit einer Freisetzung von im Untergrund gebundenen Gasen zu rechnen – 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). In vielen Fällen, besonders bei Bohrungen für die oberflächennahe Geothermie, sind jedoch sehr geringe Emissionen zu erwarten. Derzeit werden bei allen Tiefenbohrungen sogenannte

„Blow-out-preventer“ eingesetzt, welche einen Gasaustritt aus Sicherheitsgründen verhindern sollen. Weiterhin werden mit gezielten Änderungen der Bohrspülung Maßnahmen ergriffen, die im Bohrloch freigesetzten Gase in die durchteuften Gesteinsschichten zurückzudrängen.

Aktivitätsraten liegen dem Umweltbundesamt bisher nicht vor. Die Kraftwerke Landau und Unterhaching sind erst seit Dezember 2007 bzw. April 2008 vollständig am Netz (Unterhaching ist am Heiznetz seit Oktober 2007 und am Stromnetz seit April 2008); daher stehen Daten von diesen Kraftwerken noch nicht zur Verfügung. Zudem ist die genaue Ausfallzeit aller Kraftwerke nicht bekannt sowie die Gesamtmenge an benötigtem Pumpenstrom. Daher können diese betrieblich bedingten Emissionen nicht berechnet werden.

3.2.2.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.d)

Aufgrund fehlender Aktivitätsraten können keine Unsicherheiten für die Quellgruppe bestimmt werden.

Erläuterungen zu Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz entfallen.

3.2.2.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und –Verifizierung (1.B.2.d)

Erläuterungen zu Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung entfallen. Die Verifikation ist zurzeit nicht möglich.

3.2.2.4.5 Quellenspezifische Rückrechnung (1.B.2.d)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.2.2.4.6 Geplante Verbesserungen (1.B.2.d)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4 INDUSTRIEPROZESSE (CRF SEKTOR 2)

4.1 Mineralische Produkte (2.A)

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

- 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.

Nicht alle aufgeführten Strukturelemente des ZSE dienen der Treibhausgasberichterstattung, was in den jeweiligen Unterkapiteln konkretisiert wird.

4.1.1 Mineralische Produkte: Zement (2.A.1)

4.1.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.1)

CRF 2.A.1					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007- Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Zementproduktion	l / -	CO_2	1,20 %	1,40 %	steigend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	CS	NO	NO	NO	NO	NO	CS	NO	CS	CS
EF Unsicherheiten in %	± 5	- -	- -	- -	- -	- -				
Unsicherheitenverteilung	N	- -	- -	- -	- -	- -				
Methode EF-Ermittlung	CS	- -	- -	- -	- -	- -				

Die Quellgruppe Zement ist für CO_2-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe.

Im ZSE werden für den Bereich Zement zwei zu unterscheidende Strukturelemente geführt. Dabei sind die AR-Zeitreihen der Zementproduktion für die Berücksichtigung der Staubemissionen angelegt, weil die Klinkervermahlung als Staubquelle unabhängig von der in Deutschland gebrannten Klinkermenge zu betrachten ist. Für das Treibhausgasinventar ist dieser Prozess nicht relevant, weshalb sich die weiteren Ausführungen nur auf Zementklinkerproduktion beziehen.

Beim Klinkerbrennprozess werden klimarelevante Gase emittiert. Zum weit überwiegenden Teil ist dies CO_2. Die CO_2-Emissionen aus den Rohmaterialien sind direkt an die Produktionsmengen des Zementklinkers gekoppelt. Laut Verein Deutscher Zementwerke (VDZ, 2008) betrug die Klinkerproduktion im Jahr 2007 fast 27.000 kt[24]. Die rohstoffbedingten CO_2-Emissionen werden mit einem vom *Verein Deutscher Zementwerke* (VDZ) aus anlagenspezifischen Daten ermittelten, länderspezifischen Emissionsfaktor von 0,53 t CO_2/t Zementklinker berechnet. Aus der Klinkerproduktion resultiert daher eine rohstoffbedingte CO_2-Emission von 14.306 kt CO_2 im Jahr 2007.

[24] Vorläufiger Wert.

Tabelle 45: Produktion und CO_2-Emissionen der deutschen Zementindustrie

Jahr	Klinkerproduktion	Emissionsfaktor	Rohstoffbedingte CO_2-Emissionen
	[kt/a]	[t CO_2/t]	[kt/a]
1990	28.577	0,53	15.146
1991	25.670		13.605
1992	26.983		14.301
1993	27.146		14.387
1994	28.658		15.189
1995	29.072		15.408
1996	27.669		14.664
1997	28.535		15.124
1998	29.039		15.391
1999	29.462		15.615
2000	28.494		15.102
2001	25.227		13.370
2002	23.954		12.696
2003	25.233		13.373
2004	26.281		13.929
2005	24.379		12.921
2006	24.921		13.208
2007	26.992		14.306

Quelle: VDZ, 2008

4.1.1.2 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 CO_2-Monitorings veröffentlichten Daten, ergänzt um die Werke, die nicht Mitglieder im BDZ sind (teilweise Schätzung des VDZ) (VDZ, 2008).

Bezüglich der Daten 2007 ist ergänzend anzumerken, dass für die Berechnung der Zementproduktion aus in Deutschland hergestelltem Klinker üblicherweise Import- und Exportdaten des Statistischen Bundesamtes verwendet werden. Seit letztem Jahr werden aber die Exporte auch über den VDZ selbst abgefragt. Im Jahr 2007 waren die dem VDZ gemeldeten Klinkerexporte deutlich größer als die vom Statistischen Bundesamt veröffentlichten Daten. Für die Berichterstattung werden die Verbandsdaten verwendet, da diese plausibler sind.

In Tabelle 45 sind die Aktivitätsdaten und die aus der Klinkerproduktion ermittelten rohstoffbedingten CO_2-Emissionen für die Jahre 1990 bis 2006 zusammengefasst.

Emissionsfaktoren

Der für die Emissionsberechnung verwendete Emissionsfaktor von 0,53 t CO_2 / t Zementklinker beruht auf einzelbetrieblichen Angaben, d.h. der Emissionsfaktor wurde vom VDZ durch Aggregierung anlagenspezifischer Daten zu den Anteilen von CaO und anderen - als Rohstoff carbonathaltigen - Metalloxiden (MgO) im Klinker bestimmt. Da in

der deutschen Zementindustrie der aus dem Abgas abgeschiedene Staub wieder in den Brennprozess zurückgeführt wird, kann die Carbonatfreisetzung 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 CO_2 / t Zementklinker wurde für die gesamte Zeitreihe in Ansatz gebracht.

Die rohstoffbedingten CO_2-Emissionen in der Zementindustrie werden entsprechend der *IPCC-GPG* nach der folgenden Gleichung ermittelt:

CO_2-Emissionen = Emissionsfaktor ($EF_{Klinker}$) x Klinkerproduktion

(Tabelle 45 enthält die berechneten CO_2-Emissionen der deutschen Zementindustrie für die Jahre 1990 bis 2007)

4.1.1.3 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 4.1.1.6.

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 CO_2-Emissionshandels berichtet werden. In den EU-Monitoring-Leitlinien für den Emissionshandel ist eine maximale Genauigkeit von 2 % angegeben. Die Unsicherheiten für die verwendeten Aktivitätsdaten wurden daher mit -2 % bzw. +2 % abgeschätzt.

Die Unsicherheit der verwendeten Emissionsfaktoren wurde auf +/– 5 % geschätzt. In diese Expertenschätzung ging als Fehlerquelle die Unsicherheit hinsichtlich der durchschnittlichen Anteile von Kalkstein und anderen Carbonaten in den Klinkerrohstoffen ein.

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

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt. Die Qualitätssicherung konnte aufgrund teilweise fehlender Fachzuständigkeiten nicht vollständig durchgeführt werden.

Zur Qualitätssicherung wurden alle verwendeten Daten des BDZ, des VDZ sowie aus der Literatur auf Plausibilität geprüft. Der ermittelte Emissionsfaktor für die rohstoffbedingten CO_2-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 CO_2 / 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 wird bisher auch im Vollzug des ETS in Deutschland verwendet und unterliegt dort einer behördlichen Kontrolle und betrieblichen

Nachweispflichten. Es liegen bisher keine Berechnungen für den Emissionsfaktor vor dem Jahre 2000 vor, der einheitliche Ansatz für alle Jahre stellt eine Expertenschätzung dar.

4.1.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.1)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.1.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.1)

Im Rahmen eines aktuell durchgeführten Forschungsprojektes sollen, soweit möglich, die im ZSE verankerten Emissionsfaktoren für die Quellgruppe 2.A.1 verifiziert und ggf. angepasst werden.

4.1.2 Mineralische Produkte: Kalk (2.A.2)

4.1.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.2)

CRF 2.A.2					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Kalk Produktion	l / -	CO_2	0,49 %	0,56 %	steigend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	D	NO	NO	NO	NO	NO	CS	NO	CS	CS
EF Unsicherheiten in %	+5/-12[25]	--	--	--	--	--				
Unsicherheitenverteilung	L	--	--	--	--	--				
Methode EF-Ermittlung	D	--	--	--	--	--				

Die Quellgruppe Kalk ist für CO_2-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe.

Die Aussagen zur Quellgruppe 2.A.2 beziehen sich ausschließlich auf die in deutschen Kalkwerken produzierten Branntkalk- und Dolomitkalkmengen. Informationen zu anderen kalkproduzierenden und kalksteinverwendenden Branchen sind Gegenstand des Kapitels 4.1.3 (CRF 2.A.3), um die internationale Vergleichbarkeit des Kapitels 4.1.2 (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. Bezogen auf das Basisjahr 1990 ist die Kalkproduktion in den folgenden Jahren jedoch gesunken. Dies ist auf die Neustrukturierung der Branche nach der deutschen Wiedervereinigung, die Konjunktur und die Entwicklung von Konkurrenz- bzw. Ersatzprodukten zurückzuführen. Nach einem kurzen Anstieg der Produktion Mitte der 90er Jahre ist sie in den Jahren danach wieder gesunken. Die Schwankungen in den Jahren 2002 -2006 waren vergleichsweise gering (Bandbreite 6,36 – 6,55 Mio. t). Gegenüber dem Vorjahr ist die Produktion im Jahr 2007 aus konjunkturellen Gründen wieder um mehr als 3 % gestiegen.

[25] Gewichtete Unsicherheit für die Bereiche Kalk und Dolomit (Einzelunsicherheiten siehe ZSE)

Tabelle 46: Produktion und CO_2-Emissionen der deutschen Kalkindustrie

Jahr	Kalk		Dolomitkalk	
	Produktion	CO_2-Emissionen	Produktion	CO_2-Emissionen
	[t]	[Mio. t]	[t]	[Mio. t]
1990	7.129.000	5,596	590.103	0,539
1991	6.303.335	4,948	591.824	0,540
1992	6.396.407	5,021	574.502	0,525
1993	6.668.149	5,234	515.167	0,470
1994	7.312.766	5,741	504.719	0,461
1995	7.411.000	5,818	543.651	0,496
1996	6.832.000	5,363	544.199	0,497
1997	6.926.000	5,437	529.928	0,484
1998	6.619.100	5,196	556.965	0,509
1999	6.629.306	5,204	479.909	0,438
2000	6.803.540	5,341	524.196	0,479
2001	6.482.592	5,089	511.234	0,467
2002	6.412.235	5,034	514.969	0,470
2003	6.549.476	5,141	435.785	0,398
2004	6.360.756	4,993	458.520	0,419
2005	6.359.666	4,992	463.174	0,423
2006	6.472.397	5,081	461.366	0,421
2007[26]	6.691.134	5,253	458.246	0,418

Quelle: BV KALK, 2008

Die Dolomitkalkproduktion weist bei deutlich kleinerer Produktionsmenge im Wesentlichen ähnliche Schwankungen auf. Allerdings war die Produktion in den Jahren 2003 bis 2007 wesentlich geringer als noch 2002 und den Jahren davor (Rückgang in 2003 um etwa 15 %). Beim Vergleich der Jahre 1990 (Basisjahr) und 2007 ist die Produktion um etwa 22 % gesunken.

Da die CO_2-Emissionen und die Kalk- bzw. die Dolomitkalkproduktion bei konstantem Emissionsfaktor linear voneinander abhängen, gelten die vorhergehenden Aussagen für die CO_2-Emissionen entsprechend.

4.1.2.2 Methodische Aspekte (2.A.2)

Beim Brennen von Kalkstein oder Dolomit wird CO_2 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 CO_2-Emissionen werden die jeweiligen stöchiometrischen Faktoren verwendet:

EF_{Kalk} : 0,785 t CO_2/t Kalk
$EF_{Dolomitkalk}$: 0,913 t CO_2/t Dolomitkalk.

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

[26] Werte für 2007 vorläufig.

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, erhoben und für die Berichterstattung zur Verfügung gestellt. Die Erfassung der Produktionsmengen erfolgt auf mehreren möglichen Wegen und ist daher ausreichend qualitätsgesichert. Die Daten eines kleinen Werkes (ein Produzent von Kalk) können über die gesamte Zeitreihe nicht und die eines weiteren kleinen Werkes (ein Produzent von Dolomitkalk) kann erst seit dem Jahr 2006 berücksichtigt werden. Der Anteil des nicht berücksichtigten Werkes wird aber als gering eingeschätzt (< 0,2 % an der Gesamtproduktion) und wurde ohne Hochrechnung in der Unsicherheitenschätzung berücksichtigt.

Die Angaben zur Kalkproduktion müssen von den meisten Unternehmen auch im Rahmen des CO_2-Emissionshandels berichtet werden. In den EU-Monitoring-Leitlinien für den Emissionshandel ist eine maximale Genauigkeit von 2 % angegeben. Die **Unsicherheiten** für die verwendeten **Aktivitätsraten** wurden mit -2 % bzw. +2 % abgeschätzt. Dies gilt für Branntkalk und Dolomitkalk gleichermaßen.

4.1.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.2)

Die Produktionszahlen werden über die gesamte Zeitreihe vom BV Kalk e.V., dem deutschen Industrieverband der Kalkindustrie, erhoben und für die Berichterstattung zur Verfügung gestellt. Die Erfassung der Produktionsmengen erfolgt auf mehreren möglichen Wegen und ist daher ausreichend qualitätsgesichert. Die Daten eines kleinen Werkes (ein Produzent von Kalk) können über die gesamte Zeitreihe nicht und die eines weiteren kleinen Werkes (ein Produzent von Dolomitkalk) kann erst mit der aktuellen Berichterstattung berücksichtigt werden. Der Anteil des nicht berücksichtigten Werkes wird aber als gering eingeschätzt (< 0,2 % an der Gesamtproduktion) und wurde ohne Hochrechnung in der Unsicherheitenschätzung berücksichtigt.

Die **Unsicherheiten** für die verwendeten **Aktivitätsraten** wurden mit -5 % bzw. +5 % abgeschätzt. Dies gilt für Branntkalk und Dolomitkalk gleichermaßen. Weitere Beschreibungen können dem NIR 2007 entnommen werden.

Die Unsicherheiten für die verwendeten Emissionsfaktoren für Branntkalk wurden mit -11 % bzw. +5 % abgeschätzt. Die Unsicherheiten für die verwendeten Emissionsfaktoren für Dolomitkalk wurden mit -30 % bzw. +2 % abgeschätzt. Weitere Beschreibungen können dem NIR 2007 entnommen werden.

4.1.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.2)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt. Die Qualitätssicherung konnte aufgrund teilweise fehlender Fachzuständigkeiten nicht vollständig durchgeführt werden.

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.

4.1.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.2)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.1.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.2)

Im Rahmen eines Forschungs-Projektes wird derzeit geprüft, inwieweit die Angaben im ZSE mit Hilfe von Emissionserklärungen der deutschen Kalkwerke (einschließlich Dolomit) verifiziert werden können. Das Projekt soll im August 2010 abgeschlossen werden.

4.1.3 Mineralische Produkte: Verwendung von Kalkgestein und Dolomit (2.A.3)

4.1.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.3)

CRF 2.A.3					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -	CO_2	IE	IE	-

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**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 Kalkstein und Dolomit verwendenden Quellgruppen berichtet. Wenn in Quellgruppen Branntkalk oder Dolomitkalk eingesetzt wird, ist das beim Brennen freigesetzte CO_2 bereits in den Emissionen der Quellgruppe 2.A.2 enthalten. Weitere Emissionen außer CO_2 werden in 2.A.3 nicht betrachtet. 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 47), 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. Bei der Gliederung der Quellgruppe wird auf die IPCC 2006 Guidelines (Volume IPPU) abgezielt, die die Berechnung der CO_2-Emissionen in die verursachenden Quellgruppen delegiert.

Die „Kalksteinbilanz“ stellt inhaltlich eine Stoffstromanalyse in Form von Mengenbilanzen dar, die sich zu Zeitreihen ohne methodische Brüche zusammen fügen lassen. Diese methodische Erarbeitung erfolgte in einem Forschungsprojekt unter Einbeziehung der gesamten UBA-Expertise (UBA 2006).

Tabelle 47: Kalksteinbilanz aus UBA 2006

Kalksteinbilanz aus UBA 2006, FKZ 20541217/02	[Mio. t]		
	1990	1995	2004
Aufkommen			
Gewinnung im Inland (Statistikwechsel 1994/ 1995)	110,50	76,79	74,10
Einfuhr	0,13	2,28	2,71
Ausfuhr	0,02	0,40	0,86
Summe Aufkommen	**110,61**	**78,66**	**75,96**
Verwendung			
Kalkindustrie	13,73	14,14	12,39
Zementindustrie	34,20	35,13	31,83
Sodaherstellung	2,27	1,83	1,70
Glas	0,70	0,89	0,90
Stahl und Eisen	5,44	5,35	5,06
Zucker	0,69	0,78	0,85
REA Kraftwerke	1,54	1,75	3,17
Land- u. Forstwirtschaft	2,44	3,23	3,15
Wasser- u. Schlammbehandlung	0,05	0,06	0,04
Übrige Bereiche (wie Baugewerbe, übrige Baustoffindustrie und Chemie usw.)	49,54	15,49	16,88
Summe Verwendung	**110,61**	**78,66**	**75,96**

Quelle: UBA 2006

Ebenfalls wurde der natürliche Kalksteinanteil in den Rohstoffen bei der Ziegelherstellung abgeschätzt, der nicht im Kalksteinaufkommen enthalten ist und deshalb auch nicht in der Kalksteinbilanz berücksichtigt wird.

Tabelle 48: 2.A.3: Nebenbilanz Kalksteineinsatz in Rohstoffen bei der Ziegelherstellung

Kalksteineinsatz im Rohmehl [in Mio t]	1990	1995	2004
2.A.7 Herstellung von Ziegeln (Mauer- und Dachziegel)	1,11	1,52	1,08

Quelle: Berechnungen im Projekt Kalksteinbilanz (UBA 2006), siehe Kapitel 4.1.8.

4.1.3.2 Methodische Aspekte (2.A.3)

Die erarbeitete Bilanz weist drei Quellgruppen aus, in denen die Kalksteinverwendung berücksichtigt wird:

- 1.A.1.a Kalksteineinsatz in der Rauchgasentschwefelung von Kraftwerken
- 2.A.7 Keramik – Ziegelproduktion (Kalksteinanteil im Rohmehl)
- 2.C.1 Eisen- und Stahlherstellung (Kalksteineinsatz für Roheisen und Sinter)

In den Quellgruppen werden die Daten aktualisiert, wobei die methodischen Aspekte in den jeweiligen Quellgruppenkapiteln erläutert werden (siehe Kapitel 3.1.1, 4.1.8, 4.3.1).

4.1.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.3)

Angaben zu den Unsicherheiten der Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren werden in den jeweiligen Quellgruppenkapiteln gemacht.

4.1.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.3)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde in denjenigen Quellgruppen durchgeführt, in die die Quellgruppe 2.A.3 gemäß IPCC 2006 Guidelines aufgeteilt wurde.

Die Aktivitätsdaten der Kalksteinbilanz und die Emissionsfaktoren werden in den jeweiligen Quellgruppen verifiziert.

Die Datenerhebungen aus dem Forschungsprojekt Kalksteinbilanz lassen keine weiteren Inventarlücken vermuten und werden deshalb als ausreichend betrachtet.

4.1.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.3)

Die Rekalkulationen erfolgen in den jeweiligen Quellgruppen.

4.1.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.3)

Es sind keine konkreten Verbesserungen geplant, aber es erfolgt eine kontinuierliche Verifizierung, z.B. durch Daten aus dem europäischen Emissionshandel.

4.1.4 Mineralische Produkte: Sodaherstellung und -nutzung (2.A.4)

4.1.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.4)

CRF 2.A.4					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	NO / IE	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung	-									
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-Prozess einsetzen. Bezüglich des eingesetzten Kalciumkarbonats ist dieser Prozess CO_2-neutral, da das Kohlendioxid aus dem Kalkstein im Produkt Soda (Na_2CO_3) 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-Merkblatterstellung ermittelt wurde (UBA, 2001). Das entspricht einer Menge von rund 380 kg CO_2 / 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 Metallurgie, die Herstellung von Wasch- und Reinigungsmitteln, die chemische Industrie sowie die Abgas- und Abwasserreinigung. Häufig ist dabei von einer nicht klimarelevanten Freisetzung in Form von

Hydrogencarbonat im Abwasser auszugehen. Ferner wird ein signifikanter Anteil (8 - 25 %) der Produktion exportiert.

Die Emissionen aus der Sodaanwendung werden quellspezifisch berücksichtigt und sind, soweit relevant, in den Emissionsfaktoren der entsprechenden Industrien (Glasindustrie) enthalten. Genauere Informationen über die Verbrauchergruppen und eine mögliche Freisetzung als CO_2 in die Luft liegen nicht vor.

4.1.4.2 Methodische Aspekte (2.A.4)

Aktivitätsdaten

Die Gesamtsumme an in Deutschland produziertem Soda wird vom Statistischen Bundesamt (Destatis) erhoben. Dabei wird die Summe seit 1995 aus den Kategorien leichtes Soda und schweres Soda gebildet (Produktionsnummern 2413 33 103 Dinatriumcarbonat in Pulverform mit einer Schüttdichte von weniger als 700 g/l und 2413 33 109 Anderes Dinatriumcarbonat). Von diesen Positionen wird nur der „zum Absatz bestimmte“ Teil berücksichtigt. Auf diese Weise wird eine Doppelzählung vermieden, da schweres Soda aus leichtem Soda hergestellt wird.

Emissionsfaktor

Da die Produktion nach dem Solvay-Verfahren bezüglich CO_2 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 CO_2-Emissionen separat ausgewiesen zu werden.

Für die Anwendung von Soda wird kein Emissionsfaktor angegeben (IE: included elsewhere).

4.1.4.3 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 Emissionsneutraliät der Produktion wird für weitere Angaben auf den NIR 2007 verwiesen.

Emissionsfaktor

Da der Emissionsfaktor begründet Null ist, besteht keine Unsicherheit.

4.1.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.4)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

4.1.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.4)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.1.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.4)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

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

CRF 2.A.5					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**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.

4.1.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.5)

Die Verwendung von Bitumen umfasst die Herstellung und Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen.

Im Jahr 2007 wurden in Deutschland ca. 189 Mio. m^2 Dach- und Dichtungsbahnen produziert. Dabei wird flüssiges Bitumen bei Temperaturen von 150°C bis 220°C als Tränk- oder Deckmasse verarbeitet. Der Prozess ist mit relevanten Emissionen an organischen Stoffen verbunden (hier als NMVOC zusammen gefasst).

Die Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen erfolgt in Heiß- und Kaltverfahren unter Verwendung von lösemittelhaltigen Voranstrichen. Beim Heißverfahren treten relevante Emissionen an organischen Stoffen auf. Die Emissionsentwicklung wird hauptsächlich von der Entwicklung der Produktionsmenge bestimmt.

Andere Schadstoffe haben nur eine untergeordnete Emissionsrelevanz.

4.1.5.2 Methodische Aspekte (2.A.5)

Die Produktionsmenge (**Aktivitätsrate**) an Dach- und Dichtungsbahnen wurde den Mitteilungen vom Verband der Dachbahnenindustrie entnommen (VDD, 2008). Momentan finden keine Datenergänzungen, Umrechnungen oder Hochrechnungen statt.

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 ist ein Literaturwert (IKP, 1996). Der Emissionsfaktor für die Verlegung der Dach- und Dichtungsbahnen ist dem Bericht „Anthropogene VOC-Emissionen Schweiz 1998 und 2001“ entnommen (BUWAL, 2003: A2-11-12). Er schließt die Methanemissionen mit ein.

Die Berechnung der NMVOC bzw. VOC-Emissionen entspricht einer Tier-1-Methode, da keine detaillierten Daten vorliegen.

Tabelle 49: Herstellung und Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen mit Bitumen und dazugehörige AR und EF

	Produzierte oder verarbeitete Fläche in 2007 [Mio m^2]	EF [kg/ m^2]
Herstellung von Dach- und Dichtungsbahnen mit Bitumen	189	NMVOC 0,018
Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen mit Bitumen	189	VOC 0,043

4.1.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.5)

Für die produzierte Dachbahnenfläche wird die Unsicherheit auf ca. 5 % geschätzt. Die Unsicherheit des Emissionsfaktors zur Herstellung liegt in der gleichen Größenordnung wie eine Schätzung des Berichts „Anthropogene VOC-Emissionen“ (BUWAL, 2003). Dort wurde die Unsicherheit auf 10 % geschätzt. Somit ergibt sich für die Gesamtunsicherheit der Herstellung und der Verlegung ein Wert von 11 %.

4.1.5.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.5)

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

Die Ermittlung der Produktionsmenge (Aktivitätsrate) an Dach- und Dichtungsbahnen wird als plausibel eingeschätzt, die Gleichsetzung der Produktions- mit der Verwendungsmenge ist nicht realitätsnah, sondern beruht auf dem Fehlen besserer Daten.

4.1.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.5)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.1.5.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.5)

Momentan wird mit Industrieverbänden über eine Verbesserung der verwendeten Daten verhandelt.

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

CRF 2.A.6					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**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.

4.1.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.6)

Aktuell werden in den Berichtstabellen Produktionsmengen von Asphaltmischgut und die Emissionen an NMVOC, NO_X und SO_2 berichtet.

Im Jahr 2007 wurden in Deutschland ca. 51 Mio. t Asphalt (DAV, 2008) 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.

Die Emissionsentwicklung wird hauptsächlich von der Entwicklung der Produktionsmenge bestimmt.

4.1.6.2 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 Schadstoffe als CO_2 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. beim Paralleltrommelbetrieb und sowie aus dem Mischer und dem Verladebereich freigesetzt. NO_X und SO_2 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 50: Emissionsfaktoren bei der Herstellung Asphaltmischgut

	NOx	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.

4.1.6.3 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.

4.1.6.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.6)

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

Der länderspezifische Emissionsfaktor für NMVOC wurde einer fachlichen Kontrolle unterzogen, weil der IPCC-Default-Wert wesentlich höher ist. Der Default Faktor von 320 kg/t Asphalt in den IPCC-Guidelines wird als deutlich zu hoch bewertet. Der Asphalt enthält in Deutschland nur 5 % Bindemittel (Bitumen), welches zu den NMVOC-Emissionen beitragen kann. Die restlichen 95% Mineralien lassen keinen höheren Emissionsfaktor als 50 kg/t zu.

4.1.6.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.6)

Es waren keine quellenspezifischen Rückrechnungen notwendig.

4.1.6.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.6)

Es soll eine Prüfung erfolgen, ob CO_2-Emissionen aus anderen Quellen als den Brennstoffen auftreten und ob die Treibhausgasemissionen relevant sind.

Weiterhin soll überprüft werden, inwieweit eine Unsicherheitenschätzung vorgenommen werden kann.

4.1.7 Mineralische Produkte: Glas (2.A.7 Glas)

CRF 2.A.7 Glas					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**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.

4.1.7.1 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. 53,7 % der Gesamtglasproduktion 2007) und Flachglas (ca. 23,1 % der Gesamtglasproduktion 2007) erreicht, die zusammen 76,8 % der Gesamtglasproduktion ausmachen.

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 4.1.4.1). Glasscherben (Fremd- und Eigenscherben) stellen einen wichtigen Sekundärrohstoff dar.

Das aus Primär- und Sekundärrohstoffen homogen gemischte Glasgemenge wird bei Temperaturen zwischen 1450°C und 1650°C geschmolzen. Die hier betrachteten prozessbedingten CO_2 Emissionen entweichen während des Schmelzvorganges im Ofen aus den Karbonaten der Rohstoffe. Bei der Neutralisation von HF, HCL und SO_2 in den Abgasen mit Hilfe von Kalkstein oder anderen Karbonaten fallen ebenfalls CO_2-Emissionen an, jedoch in geringem Umfang. Diese werden hier aus diesem Grund nicht betrachtet.

4.1.7.2 Methodische Aspekte (2.A.7 Glas)

Die zurzeit gültige IPCC Good Practice Guidance (2000) enthält keine Vorschläge oder Hinweise zur Berechnung der prozessbedingten CO_2–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 CO_2-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 CO_2-Bildung während des Schmelzvorgangs betrachtet:

Kalciumkarbonat ($CaCO_3$), Soda/Natriumkarbonat (Na_2CO_3), Magnesiumkarbonat ($MgCO_3$) und Bariumkarbonat ($BaCO_3$). Hier werden die CO_2-Emissionen berichtet, die Rohstoffeinsatzmengen werden für Kalkstein und Soda unter 2.A.3 (siehe 4.1.3) und 2.A.4 (siehe 4.1.4) betrachtet.

Die Produktionszahlen (**Aktivitätsraten**) werden den regelmäßig erscheinenden Jahresberichten des Bundesverbandes Glasindustrie entnommen (BV Glas, 2008). Die Produktion bezieht sich auf die Masse an produziertem Glas, die der Masse an geschmolzenem Glas und somit auch der Masse an eingesetzten Rohstoffen gleich gesetzt wird. Die Weiterverarbeitung und Veredlung des Glases bzw. der Glasgegenstände werden nicht betrachtet.

Für das Jahr 2007 wurden folgende Aktivitätsraten ermittelt:

Tabelle 51: Glas: Aktivitätsraten der einzelnen Branchensektoren (Glassorten)

Branchensektor	Aktivitätsrate 2007 [1.000 t]
Behälterglas	4045,4
Flachglas	1.737,8
Spezialglas	493,3
Wirtschaftsglas	342,6
Glasfasern und -wolle	363,0
Steinwolle	553,2

Quelle: BV Glas, 2008

Es werden folgende branchenspezifische Scherbenanteile angenommen:

Tabelle 52: Scherbenanteil der einzelnen Glassorten

Branchensektor	Scherbenanteil [%] des Rohstoffeinsatzes
Behälterglas	56 – 75 (jährlich variabel)
Flachglas	35
Spezialglas	30
Wirtschaftsglas	20
Glasfasern und -wolle	40
Steinwolle	40

Quelle: HVG, 2008

Bei Behälterglas konnte bisher der Scherbenanteil nur für die alten Bundesländer ab 1990 und für Deutschland ab 1995 berücksichtigt werden. 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.

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 CO_2 keine Messergebnisse verwendet werden. Es wird daher ein Berechnungsverfahren angewandt, das auf Basis der Gewichtsanteile der oben erwähnten Karbonate sowie den 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 53: CO_2-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	-

4.1.7.3 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 ab 1995 bis 2006 und für die alten Bundesländer ab 1990 ist 0 %, da die Scherbenverteilung an die deutsche Behälterglasindustrie von der Gesellschaft für Glasrecycling und Abfallvermeidung mbH (GGA) gemeldet wurde. Dort wurden alle Mengen genau erfasst. Für die neuen Bundesländer wurde eine Unsicherheit von 20 % angenommen. Im Jahr 2007 wurde die GGA kartellrechtlich verboten, so dass ab dem Jahr 2007 keine gesicherten Daten mehr aus dieser Quelle vorliegen, sondern nur mit Hilfe der Daten aus den Mengenerhebungen zur Verpackungs-Verordnung abgeschätzt werden können.

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 CO_2-Emissionsfaktoren wurde für alle Branchensektoren eine Unsicherheit von 10 % angegeben.

4.1.7.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.7 Glas)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde nicht vollständig durchgeführt. Die Qualitätssicherung konnte aufgrund tlw. fehlender Fachzuständigkeiten nicht vollständig durchgeführt werden.

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, wobei eine weitgehende Übereinstimmung festgestellt werden konnte.

Die Angaben zur chemischen Zusammensetzung der einzelnen Glassorten werden auf Grund der guten Quellenlage als richtig und geprüft angesehen.

4.1.7.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.7 Glas)

Durch die Überarbeitung der Scherbeneinsätze ergeben sich Rückrechnungen mit niedrigeren Emissionen ab 1990. Für die gesamte Quellgruppe bedeutet das ab 1990 eine Verringerung um ca. 15 %.

4.1.7.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.7 Glas)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.1.8 Mineralische Produkte: Keramik (2.A.7 Keramik)

CRF 2.A.7 Keramik					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**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.

4.1.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.7 Keramik)

Die prozessbedingten Emissionen aus der Keramikindustrie stammen aus folgenden Strukturelementen:

1. „Herstellung von keramischen Erzeugnissen“: Seit der Neuberechnung dieser Zeitreihe im NIR 2006 gibt diese 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 CO_2-Emissionen werden dagegen nur für die Teilmengen „Dachziegel“ und „Mauerziegel“ berechnet (s.u.).
2. „Herstellung von Ziegeln (CO_2)“, Produkt „Dachziegel“: Die Produktionsmenge an Dachziegeln ist eine Teilmenge der o.g. Aktivitätsrate der gesamten keramischen Industrie. Sie wird nur für die Berechnung prozessbedingter CO_2-Emissionen verwendet (Berücksichtigung der Anteile an Kalkstein und organischen Verunreinigungen).
3. „Herstellung von Ziegeln (CO_2)“, 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 CO_2-Emissionen verwendet (neben Kalksteinanteilen und organischen Verunreinigungen in den Rohstoffen auch Berücksichtigung von Porosierungsmitteln).

Tabelle 54: Aktivitätsraten und prozessbedingte CO_2-Emissionen der keramischen Industrie (CRF 2.A.7.b)

	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**			
						[kT]					
Keramische Erzeugnisse	21199	18003	16500	16443	16796	14643	16019	16035			
davon:											
Mauerziegel	15383	12771	11686	11631	11697	9881	10883	10885			
Dachziegel	2924	2642	2381	2383	2601	2485	2648	2618			
Prozessbedingte CO_2-Emissionen											
Mauerziegel	448	372	340	338	340	288	316	317			
Dachziegel	84	76	68	68	74	71	76	75			
Gesamt	**531**	**447**	**408**	**407**	**415**	**359**	**392**	392			

4.1.8.2 Methodische Aspekte (2.A.7 Keramik)

Die IPCC Good Practice Guidance enthält keine Vorschläge oder Hinweise zur Berechnung der prozessbedingten CO_2–Emissionen für die Keramikindustrie.

Für die Berechnung der CO_2-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.

Für die Herleitung der gesamten Produktionsmenge der übrigen keramischen Bereiche sei auf den NIR 2007 verwiesen.

Emissionsfaktoren

Die prozessbedingten CO_2-Emissionen stammen aus dem Rohstoff für die Herstellung von Dach- und Mauerziegeln (i.d.R. lokal vorhandene Lehme und Tone, die unterschiedliche Anteile an $CaCO_3$ (Kalkstein) sowie z.T organische Verunreinigungen enthalten). Unter Verwendung von Hinweisen des Bundesverbandes der Ziegelindustrie wird für prozessbedingte CO_2-Emissionen aus $CaCO_3$ und organischen Verunreinigungen im Rohmaterial ein Emissionsfaktor von 28,6 $kg/t_{Produkt}$ angenommen; das entspricht einem mittleren $CaCO_3$-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 CO_2-Emissionen sind gegenüber denen aus dem Kalksteinanteil minimal, werden aber über einen geringfügig höheren CO_2-Emissionsfaktor für Mauerziegel (29,1 kg CO_2/t Mauerziegel gegenüber 28,6 kg CO_2/t Dachziegel) im Inventar berücksichtigt.

Die ermittelten Aktivitätsraten sowie die resultierenden CO_2-Emissionen sind Tabelle 54 zu entnehmen. Die prozessbedingten CO_2-Emissionen dieser Subquellgruppe sind mit deutlich unter einer Million Tonnen Kohlendioxid nicht besonders hervorzuheben.

4.1.8.3 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 **CO_2-Emissionsfaktoren** für die Mauer- und Dachziegelproduktion werden maßgeblich durch die Unsicherheit in Bezug auf den $CaCO_3$-Gehalt der Rohstoffe bestimmt (+/- 30 %).

Zeitreihenkonsistenz ist für die Aktivitätsraten zur Dachziegel- und zur Mauerziegelproduktion und für die damit verknüpften CO_2-Emissionsfaktoren gegeben. Es gibt über die Zeitreihe vereinzelt Änderungen hinsichtlich der Verfügbarkeit statistischer Angaben zu einzelnen Produktarten, die aber nur etwa 1 % der produzierten Ziegelmenge und weniger als 0,5 % der gesamten keramischen Produktion ausmachten

Die **Aktivitätsrate** zur gesamten keramischen Produktion enthält einen Methodenbruch aufgrund einer wesentlichen Änderung der verfügbaren statistischen Daten. So waren für Mauer- und Dachziegel bis 1994 Angaben in 1000 t verfügbar, ab 1995 nur in 1000 m^3 oder 1000 Stück. Im NIR 2007 wurden die Auswirkungen detailliert erläutert, wobei für die CO_2-Emissionen dieser Methodenbruch irrelevant ist.

4.1.8.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.7 Keramik)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde nicht vollständig durchgeführt. Die Daten aus dem Treibhausgas-Emissionshandel wurden bisher nicht direkt zur Verifizierung genutzt, weil aufgrund von Anlagenschwellenwerten nur für einen Teil der Keramikindustrie – auch nur für einen Teil der Ziegel- und Dachziegelproduzenten – Daten vorliegen. Es erfolgen aber bereits methodische Vergleiche zur CO_2-Berechnung, die die hier beschriebenen Berechnungen als plausibel bestätigen.

4.1.8.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.7 Keramik)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.1.8.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.7 Keramik)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.2 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.

4.2.1 Chemische Industrie: Ammoniakproduktion (2.B.1)

4.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.1)

CRF 2.B.1					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Ammonia Production	l / t	CO_2	0,36 %	0,51 %	steigend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	1,5	NO	NO	NO	NO	NO	CS	NO	NO	NO
EF Unsicherheiten in %	±50									
Unsicherheitenverteilung	N									
Methode EF-Ermittlung	D									

Die Quellgruppe Chemische Industrie: Ammoniakproduktion ist für CO_2-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Die Herstellung von Ammoniak erfolgt auf Basis von Wasserstoff und Stickstoff unter Bildung von CO_2 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.

Die meisten Anlagen arbeiten nach dem Prinzip des *Steam Reformings* mit Naphtha oder Erdgas. Nur 3 % der europäischen Anlagen werden nach dem Verfahren der Partiellen Oxidation betrieben.

Der Produktionsrückgang um mehr als 15 % (entspricht einer Menge von ca. 400 kt) im ersten Jahr nach der Wiedervereinigung beruhte auf einer Marktbereinigung, die zu über 2/3 zu Lasten der neuen Bundesländer ging. In den Folgejahren bis 1994 blieb das Produktionsniveau nahezu konstant. Der Grund für den Wiederzuwachs ab 1995 auf das Niveau von 1990 konnte nicht geklärt werden, er könnte aber auf die Methodenänderung in der statistischen Erhebung zurückzuführen sein. Nach 1990 unterliegt das Produktionsniveau nur kleineren Schwankungen, 2003 ist gegenüber dem Vorjahr ein merklicher Zuwachs von 9 % zu verzeichnen. 2003 sind zwei Salpetersäure-Hersteller hinzugekommen, da Ammoniak ein Ausgangsstoff von Salpetersäure ist, ist der Zuwachs vermutlich darauf zurückzuführen. Seitdem ist die Produktionsrate von Ammoniak stabil.

4.2.1.2 Methodische Aspekte (2.B.1)

Die Kohlendioxidemissionen sind abhängig von Menge und Zusammensetzung der Einsatzstoffe. Es kann davon ausgegangen werden, dass der gesamte Kohlenstoff in Kohlendioxid umgewandelt und früher oder später in die Luft emittiert wird.

An drei Produktionsstandorten wird Kohlendioxid zu Harnstoff weiterverarbeitet. An einem Standort wird ein Teil des Kohlendioxids zum Verkauf in Flaschen abgefüllt. In allen Fällen muss jedoch mit einer späteren Emission von Kohlendioxid in die Luft gerechnet werden.

In Deutschland arbeiten derzeit zwei von fünf Produktionsanlagen für Ammoniak nach dem Verfahren der Partiellen Oxidation.

Die Emissionsmenge wird wie folgt berechnet:

Emission (kt) = Ammoniak-Produktionsmenge (kt) x Emissionsfaktor (kt/kt)

Aktivitätsrate:

Die Gesamtproduktion setzt sich zusammen aus der bei weitem überwiegenden Menge an „Ammoniak wasserfrei“ (Melde Nr. 4142 00 bis 1994 und ab 1995 2415 10 750) und „Ammoniak in wässriger Lösung“ (Melde Nr. 4144 00 bis 1994 und ab 1995 2415 10 770). Die Produktionsmenge an Ammoniak in Deutschland wird vom Statistischen Bundesamt ermittelt (DESTATIS, Fachserie 4 Reihe 3.1). Die Angaben sind auf den Stickstoffgehalt normiert, so dass noch ein stöchiometrischer Faktor von (17/14) mit dem oben genannten Emissionsfaktor verrechnet werden muss.

Laut Angabe des DIW teilt der VCI (Verband der chemischen Industrie) die Menge des eingesetzten Erdgases auf der Grundlage jährlicher Monitoring-Daten bereits in den energetischen und nicht-energetischen Verbrauch auf. Die Daten werden an das DIW gemeldet zur weiteren Verwendung in der Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland.

Emissionsfaktor:

Mangels anlagespezifischer Daten wird noch der als IPCC-Default vorgeschlagene Emissionsfaktor von 1500 kg CO_2 /t NH_3 verwendet.

Nach der Umrechnung mit dem o.g. stöchiometrischen Faktor wird mit dem Emissionsfaktor von 1815 kg CO_2 / t N gerechnet.

Der Emissionsfaktor für NO_X hängt von der Produktionsart ab. UBA-interne Abschätzungen lauten für die Partielle Oxidation 1,1 kg NO_X / t NH_3 und für das *Steam Reforming* je nach Verfahrensvariante 0,32 bis 0,175 kg NO_X / t NH_3. Im Zeitablauf wird für die Emissionsberechnung von einem sinkenden Durchschnitt für alle Produktionsarten von 0,45 kg NO_X / t N im Jahre 1990 auf nur noch 0,3 kg NO_X / t N im Jahre 2010 ausgegangen. Die für die Emissionsberechnung verwendeten Werte für die Zwischenjahre wurden interpoliert.

4.2.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.1)

Aktivitätsrate:

Entsprechend den 2006 IPCC Guidelines wurde für die Aktivitätsrate eine Unsicherheit von ±5 % angesetzt.

Emissionsfaktor:

Der CO_2-Emissionsfaktor ist nur ein Durchschnittswert, der in Anbetracht der unterschiedlichen Produktionsprozesse und -bedingungen die genaue Situation nicht wiedergeben kann.

Für den verwendeten EF wird deshalb eine Unsicherheit von 50 % angesetzt.

Der NO_X-Emissionsfaktor ist ebenfalls nur ein Durchschnittswert, der in Anbetracht der unterschiedlichen Produktionsbedingungen die Situation nicht genau wiedergeben kann. Dies gilt umso mehr für die interpolierten Werte der Zwischenjahre.

Der geringe Produktionsanteil „Ammoniak in wässriger Lösung“ ist für einige Jahre geheim. Für 1999 wurde er abgeschätzt in Relation der Verhältnisse der benachbarten Jahre unter Berücksichtigung der Produktionsmenge von „Ammoniak wasserfrei“. Für die Jahre 1990 bis 1994 ist diese Angabe nur für 1993 nicht geheim und wurde für die 4 verbleibenden Jahre nicht berücksichtigt.

Es könnte sein, dass die Methodenänderung in der statistischen Erhebung von 1994 auf 1995 eine scheinbare Produktionsanhebung um ca. 400 kt verursacht hat.

4.2.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.1)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

4.2.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.1)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.2.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.B.1)

Die Ammoniakproduktion ist in Bezug auf die CO_2-Emissionen eine Hauptquellgruppe. Um entsprechend der IPCC-Guidelines anlagenspezifisch nach Tier 3 berichten zu können

haben Verhandlungen zur Institutionalisierung der Lieferung anlagenspezifischer Daten begonnen.

4.2.2 Chemische Industrie: Salpetersäureproduktion (2.B.2)

4.2.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.2)

CRF 2.B.2					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Nitric Acid Production	l / t	N_2O	0,37 %	0,94 %	steigend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	NO	NO	NA	NA	NA	5,5	CS	NO	NO	NO
EF Unsicherheiten in %						±50				
Unsicherheitenverteilung						N				
Methode EF-Ermittlung						CS				

Die Quellgruppe Chemische Industrie: Salpetersäureproduktion ist für N_2O-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Bei der Produktion von Salpetersäure entsteht in einer Nebenreaktion Distickstoffoxid. In Deutschland gibt es derzeit insgesamt sechs Anlagen zur Herstellung von Salpetersäure.

Die Herstellung von HNO_3 erfolgt in zwei Verfahrensschritten:

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

Einzelheiten des Verfahrens werden nachstehend beschrieben:

Katalytische Oxidation von Ammoniak

Ein Ammoniak-Luft-Gemisch im Verhältnis von 1:9 wird in Gegenwart eines mit Rhodium und/oder Palladium legierten Platin-Katalysators bei einer Temperatur zwischen 800 und 950 °C oxidiert. Die entsprechende Reaktion nach dem Ostwald-Verfahren ist wie folgt:

$$4\ NH_3 + 5\ O_2 \rightarrow 4\ NO + 6\ H_2O$$

Gleichzeit werden durch folgende unerwünschte Nebenreaktionen Stickstoff, Distickstoffoxid und Wasser gebildet:

$$4\ NH_3 + 3\ O_2 \rightarrow 2\ N_2 + 6\ H_2O$$

$$\mathbf{4\ NH_3 + 4\ O_2 \rightarrow 2\ N_2O + 6\ H_2O}$$

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.

4.2.2.2 Methodische Aspekte (2.B 2)

Aktivitätsrate:

Die Aktivitätsdaten werden vom Statistischen Bundesamt übernommen (DESTATIS, Fachserie 4 Reihe 3.1: Produzierendes Gewerbe, Produktion im Produzierenden Gewerbe).

Generell liegen dort die Produktionsangaben für die Salpetersäure auf N normiert vor und wurden vom UBA von N auf HNO_3 stöchiometrisch (*63/14) umgerechnet. Über den Zeitverlauf gibt es keine konsistenten Zeitreihen, so dass einige Anpassungen vorgenommen werden mussten:

Für 1990-1992 liegen für die alten Bundesländer und für 1991-1992 auch für die neuen Bundesländer Produktionsangaben (Melde-Nr. 4123 10) vor. Für die neuen Bundesländer wurde für 1990 wegen fehlender Angabe die Produktion geschätzt.

Ab 1993 werden die Produktionsangaben nicht mehr nach alten und neuen Bundesländern getrennt ausgewiesen, weshalb diese Angaben für die Teilgebiete für 1993 und 1994 gemäß ihrem Anteil an der Gesamtproduktion von 1992 ermittelt wurden.

Mit der Umstellung der Bundesstatistik werden für die Jahre 1995-2001 die weiterhin auf N berechneten Produktionsangaben der Melde-Nr. 2415 10 503 Salpetersäure verwendet. Seit 2002 wird diese Position vom Statistischen Bundesamt nicht mehr einzeln sondern unter der Melde-Nr. 2415 10 500 (Salpetersäure, Nitriersäuren) nur noch als Summe ausgewiesen. Um daraus den Anteil der Salpetersäure zu schätzen, wird dieser Summenwert mit dem Anteil der Salpetersäure an diesem Gesamtposten des Jahres 2001 (0,693) multipliziert.

Aufgrund von Produktionsschwankungen, neuen Herstellern und Umstellung des Datenerfassungssystems eines großen Salpetersäureproduzenten ist der Trend der Aktivitätsdaten instabil und fluktuiert. Die Produktion hat sich nachfragebedingt im Zeitraum von 1990 bis heute mehr als verdoppelt.

Emissionsfaktor:

Die Emissionen sind abhängig von den technischen Gegebenheiten und den Betriebsbedingungen und variieren stark sowohl von Anlage zu Anlage als auch anlagenintern.

Der verwendete N_2O-Emissionsfaktor wird seit 1990 konstant mit 5,5 kg N_2O/t HNO_3 angesetzt. Dabei wird in dem zugrunde gelegten Forschungsvorhaben (SCHÖN, WALTZ et al, 1993) aus dem Jahr 1993 davon ausgegangen, dass für die Produktion von Salpetersäure 283 kg NH_3/t HNO_3 eingesetzt und von diesem Ammoniak ca. 1,5 % in N_2O umgesetzt werden. In einer Kontrollrechnung nach Industrieangaben (3120 m^3 Abgas/t HNO_3 und 500 bis1000 ppm N_2O) wurde der obige Emissionsfaktor größenordnungsmäßig mit 3,1 - 6,2 kg N_2O/t HNO_3 bestätigt. Der bisher verwendete N_2O-Emissionsfaktor berücksichtigt jedoch noch nicht eventuell eingesetzte Minderungsmaßnahmen.

Die NO_X-Emissionen basieren für den gesamten Zeitraum auf UBA-spezifischen Emissionsfaktoren, die im Zeitablauf stark zurückgegangen sind. In diesem Trend wird eine Prognose für 2010 zugrunde gelegt, nach der bis dahin die durchschnittlichen spezifischen Emissionen in der Größenordnung von modernen Anlagen von 1997 liegen (0,75 kg/t).

Emissionsfaktoren aus Anlagendaten stehen zurzeit nicht zur Verfügung.

Ab 2010 dürfen Altanlagen den geltenden Emissionswert von 800 mg N_2O/m^3 der TA Luft 2002 nicht mehr überschreiten. Mit dieser angekündigten Emissionsbegrenzung für N_2O wird zukünftig der EF für Lachgas sinken.

4.2.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.2)

Aktivitätsrate:

Entsprechend den 2006 IPCC Guidelines wurde für die Aktivitätsrate eine Unsicherheit von ±2 % angesetzt.

Emissionsfaktor:

Der verwendete EF enthält keine Minderungsmaßnahmen und differenziert nicht nach Anlagentypen. Für den EF wird deshalb eine Unsicherheit von 50 % angesetzt.

4.2.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.2)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

4.2.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.2)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.2.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.B.2)

Die Salpetersäureproduktion ist eine Hauptquellgruppe für N_2O-Emissionen. Um entsprechend der IPCC-Guidelines anlagenspezifisch nach Tier 3 berichten zu können haben Verhandlungen zur Institutionalisierung der Lieferung anlagenspezifischer Daten begonnen. -

Die unter 4.2.2.3 genannten Unsicherheiten werden durch die geplanten Verbesserungen ebenfalls erfasst.

4.2.3 Chemische Industrie: Adipinsäureproduktion (2.B.3)

4.2.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.3)

CRF 2.B.3					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Adipic Acid Production	l / t	N_2O	1,49 %	0,55 %	fallend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**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 N_2O-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Die EF-Berechnung für die N_2O-Emissionen aus der Adipinsäureproduktion entspricht dem Tier 3a Ansatz der IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 2006..

Im technischen Maßstab wird Adipinsäure durch Oxidation eines Gemisches von Cyclohexanol und Cyclohexanon (Verhältnis: 93/7) hergestellt. Laut IPCC-GPG (2000: Tab.

3.7, Anm. a) wird vermutlich nur bei einer Anlage in Japan reines Cyclohexanol (EF dort 264 kg/t) eingesetzt, ansonsten wird Adipinsäure aus Cyclohexanol und mit mehr oder weniger Keton und Salpetersäure hergestellt. Bei dieser Reaktion werden erhebliche Mengen an Lachgas (N_2O) gebildet. Dies wurde bis Ende 1993 von den beiden alleinigen deutschen Herstellern vollständig in die Atmosphäre emittiert. Ein Hersteller hat eine Anlage zur thermischen Zersetzung von Lachgas in Stickstoff und Sauerstoff patentiert und seitdem in Betrieb. Die Zersetzung erfolgt nahezu vollständig. Ende 1997 nahm der andere Hersteller eine katalytische Reaktoranlage in Betrieb, die bei Dauerbetrieb eine N_2O-Zersetzungsrate von 96-98% erreicht. Im März 2002 wurde eine Anlage eines weiteren Herstellers in Betrieb genommen, die ebenfalls mit einer thermischen N_2O-Zersetzung betrieben wird. Nach anfänglichen technischen Problemen läuft die Anlage seit 2003 im Dauerbetrieb. Die insgesamt schwankenden Abbauraten und somit auch die Restemissionen sind wartungsbedingt und produktionsabhängig.

Die Produktion hat sich nachfragebedingt im Zeitraum von 1990 bis heute mehr als verdoppelt.

4.2.3.2 Methodische Aspekte (2.B.3)

Bis etwa zur Mitte der 90er Jahre wurden nur die Produktionsmengen von den Herstellern zur Verfügung gestellt. Für die Berechnung der Lachgasemissionen wurden für diesen Zeitraum die IPCC Default-Emissionsfaktoren verwendet. Für den anschließenden Zeitraum wurden von den Herstellern neben den Produktionsangaben auch die N_2O-Emissionen mit notwendigen Hintergrundinformationen vertraulich mitgeteilt. Dies ist für die Genauigkeit der berichteten Daten von großer Relevanz, da bei fehlenden Angaben zum technisch unvermeidbaren N_2O-Anfall und vor allem der jeweiligen Laufzeit der Zersetzungsanlage die Minderung des Lachgasanfalls nur so ungenau hätte geschätzt werden können, dass die weitere Verwendung des Default-EF notwendig gewesen wäre.

Die Schwankungen der Emissionsangaben ergeben sich aus Störungen der Minderungsanlagen (Revisionsarbeiten, Brandschaden, sonstiger Ausfall von Anlagenteilen) und dem steigenden Produktionsvolumen.

4.2.3.3 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 2006 Unsicherheiten von +/- 0,05% und für die katalytische Zersetzung +/- 2,5% angegeben. Die Unsicherheiten für die Produktionsmengen werden mit +/- 2% beziffert. Der EF wird daher mit einer Unsicherheit von 2,5 % angesetzt.

4.2.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.3)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig 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.

4.2.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.3)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.2.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.B.3

Es sind keine Verbesserungen notwendig und deshalb auch nicht geplant.

4.2.4 Chemische Industrie: Carbidproduktion (2.B.4)

4.2.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.4)

CRF 2.B.4					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**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.

4.2.4.2 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 CO_2 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.

4.2.4.3 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.

4.2.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.4)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig 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.

4.2.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.4)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.2.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.B.4)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.2.5 Chemische Industrie - Sonstige: Emissionen aus sonstigen Produktionsprozessen (2.B.5)

4.2.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.5)

CRF 2.B.5					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Other	l / t	CO_2	0,54 %	1,01 %	steigend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**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 CO_2-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Verschiedene chemische Produktionsprozesse sind potentielle Emissionsquellen von CO_2, CH_4 und NMVOC, dazu zählen die Herstellung von Industrieruß (Carbon Black), Ethylen (Ethen), Ethylendichlorid (1,2-Dichlorethan), Styrol oder Methanol, sowie Umwandlungsprozesse und der Abbrand von Katalysatoren in Raffinerien.

Katalysatorabbrand erfolgt im Raffineriebetrieb zum einen in katalytischen Spaltanlagen, wo entschwefelte Vakuum- und andere Gasöldestillate bei ca. 550°C unter Wasserdampfatmosphäre in Raffineriegas, Flüssiggase, Benzinfraktionen und Mitteldestillat gespalten werden. Zum anderen entstehen CO_2-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 CO_2 freigesetzt.

CH_4 kann als Nebenprodukt von Industrieprozessen entstehen und in die Atmosphäre ausgestoßen werden. Bisher wurden diese Quellen im deutschen Treibhausgasinventar noch nicht alle berücksichtigt.

In der Caprolactam-Produktion setzen die deutschen Hersteller seit Anfang der 90er Jahre eine thermische Abgasbehandlung ein. N_2O-Emissionen treten nicht mehr auf.

4.2.5.2 Methodische Aspekte (2.B.5)

CO_2 – Emissionen

Die Freisetzung von CO_2 in die Atmosphäre wurde für die Quellen Industrierußproduktion, Methanolproduktion, Umwandlungsprozesse und Katalysatorabbrand in Raffinerien im Berichtsjahr 2006 aufgenommen.

Als EF für CO_2 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.

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 3.1.2).

CH_4 - 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 55 aufgeführt.

Tabelle 55: IPCC Default Emissionsfaktoren für CH_4 aus sonstigen Prozessen der Chemischen Industrie

-Industrieruß	Styrol	Ethylen	1,2-Dichlorethan[27]	Methanol
[kg CH_4/t]				
0,06 (mit TNV) 28,4 (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 CH_4, 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.

[27] 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.

Für das Jahr 2004 liegt von einer Anlage ein CH_4-Emissionsfaktor von 0,0003 kg/t Methanol vor.

Tabelle 56: nationale Emissionsfaktoren für CH_4 aus sonstigen Prozessen der Chemischen Industrie

Industrie-ruß	Styrol	Ethylen	1,2-Dichlorethan[27]	Methanol
[kg CH_4/t]				
0,03	0	0	0	0

NMVOC, CO und SO_2 – Emissionsfaktoren

In Deutschland wurden für sonstige Schadstoffe neben dem oben betrachteten Methan die in der Tabelle 57 aufgeführten Emissionsfaktoren verwendet.

Tabelle 57: In Deutschland verwendete Emissionsfaktoren für sonstige Schadstoffe

	Industrieruß [kg CO/t]	Industrieruß [kg SO_2/t][28]	Ethylen [kg NMVOC/t]	1,2-Dichlorethan [kg NMVOC/t]	Polystyrol [kg NMVOC/t]	Styrol [kg NMVOC/t]
1990	4,8 / 5	19,5 / [29]	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

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 SO_2 bei der Herstellung von Industrieruß basieren auf dem BREF Large Volume Inorganic Chemicals - LVIC – S (EC, 2006b) und sind identisch mit den im CORINAIR-Handbuch 2008 (First Order Draft) dargestellten Default-Werten.

[28] Bei zwei angegeben EF bezieht sich der zweite Wert auf die neuen Bundesländer.

[29] Für die neuen Bundesländer wird kein EF ausgewiesen, da diese SO_2-Emissionen nur pauschal in einer Summe berücksichtigt werden konnten.

Aktivitätsraten

In der Produktionsstatistik des Statistischen Bundesamtes (Destatis) werden die folgenden Produkte berücksichtigt (Tabelle 58).

Tabelle 58: 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

Die Angabe für die Industrierußproduktion in den NBL 1990 entstammt dem statistischen Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland (DESTATIS, 1992: S. 234), für 1991 und 1992 wurden sie wegen Geheimhaltung geschätzt. Die übrigen Daten für die Industrierußproduktion ab 1990 entstammen dem Statistischen Bundesamt (DESTATIS, Fachserie 4, Reihe 3.1, Produzierendes Gewerbe, Produktion im Produzierenden Gewerbe).

Die Gründe für die Produktionsschwankungen im Zeitablauf sind unbekannt. Die Zunahme der Produktion von Industrieruß um ca.100 Prozent gegenüber 1990 ist nach Aussage des Statistischen Bundesamtes darauf zurück zu führen, dass ein neuer Hersteller hinzu gekommen ist.

4.2.5.3 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.

4.2.5.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.5)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

4.2.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.5)

Durch die Verwendung des Default-EF für CO_2 für die Industrieruß-Produktion war eine Rekalkulation erforderlich. Damit ergeben sich höhere Emissionen ab 1990.

Tabelle 59: CO_2-Emissionen der Rußproduktion

	Neu	Alt	Differenz
Jahr		**[t]**	
1990	786.675	700.000	86.675
1991	747.860	670.000	77.860
1992	739.673	660.000	79.673
1993	655.855	590.000	65.855
1994	586.338	530.000	56.338
1995	648.366	580.000	68.366
1996	618.551	560.000	58.551
1997	661.655	600.000	61.655
1998	672.905	610.000	62.905
1999	663.542	600.000	63.542
2000	678.113	610.000	68.113
2001	682.788	620.000	62.788
2002	663.640	600.000	63.640
2003	682.703	620.000	62.703
2004	665.939	601.384	64.555
2005	651.710	588.534	63.176
2006	1.236.452	1.116.592	119.860
2007	1.302.698		

Die Emissionen der Lachgasproduktion für die Anwendung als Anästhetikum werden herausgenommen, da diese bereits unter 3.D bei der Anwendung als Anästhetikum berichtet werden. Dort wird vereinfacht angenommen, dass 100 % des produzierten Lachgases bei der Anwendung emittiert. Die Emissionen von Lachgas reduzieren sich von 1990 bis heute um 18,6 t N_2O/Jahr.

4.2.5.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.B.5)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.3 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 im ZSE die Eisen-, Stahl- und Tempergussproduktion, die Roheisenproduktion, die Sinterproduktion und die Stahlerzeugung zugeordnet. Die Produktion von Ferrolegierungen (2.C.2) ist im ZSE direkt aufgeführt. Die Aluminium-produktion (2.C.3) untergliedert sich in Hüttenaluminium und Umschmelzaluminium. Für die Anwendung von SF_6 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.

4.3.1 Metallproduktion: Eisen- und Stahlproduktion (2.C.1)

4.3.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.1)

CRF 2.C.1					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Steel (integrated production)	l / t	CO_2	3,83 %	4,53 %	steigend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**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 CO_2-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe und dem Trend.

In Deutschland wurden im Jahr 2007 33,5 Mio t Rohstahl auf Erzbasis in sechs integrierten Hüttenwerken erzeugt. Die Elektrostahlproduktion betrug 15,0 Mio t.

4.3.1.2 Methodische Aspekte (2.C.1)

Dieser Sektor umfasst die prozessbedingten CO_2-Emissionen aus der Oxygenstahlerzeugung (Aufblas-Stahl-Produktion) und Elektrostahlwerken.

Das letzte Siemens-Martin-Stahlwerk (Stahlwerk Brandenburg) wurde kurz nach 1990 geschlossen; das letzte Thomas-Stahlwerk (Maxhütte Sulzbach-Rosenberg) beendete seine Produktion in 2002. Hinsichtlich der Berechnung der CO-Emissionen besteht kein wesentlicher Unterschied zur Oxygenstahlerzeugung, bis zum Auslaufen dieser Verfahren werden die Emissionen daher gemeinsam berechnet.

Die weiteren dargestellten Strukturelemente (Gießereien: Eisen-, Stahl- und Tempergussproduktion; Stahlerzeugung: Walz-Stahl-Produktion; Stahlroheisenproduktion) dienen der Berechnung anderer Schadstoffemissionen.

Die prozessbedingten CO_2-Emissionen aus der Oxygenstahlerzeugung in integrierten Stahlwerken resultieren vor allem aus dem Reduktionsmitteleinsatz in den Hochöfen. Weiterhin werden die CO_2-Emissionen aus dem Kalksteineinsatz bei der Roheisenherstellung und dem Elektrodenabbrand bei der Elektrostahlherstellung den prozessbedingten Emissionen im Sektor 2.C.1 hinzugerechnet.

Die energiebedingten Emissionen der Stahlerzeugung werden unter 1.A.2 (siehe Kap. 3.1.4.1) berichtet.

Die Zuordnung der Brennstoff- und Reduktionsmitteleinsätze und der daraus resultierenden CO_2-Emissionen in der Eisenschaffenden Industrie zu den prozess- oder energiebedingten Emissionen wird in Tabelle 60 veranschaulicht.

Tabelle 60: Zuordnung der fossilen CO_2-Emissionen in der Eisenschaffenden Industrie zu prozess- und energiebedingten Emissionen

	Sinteranlage/ Herstellung von Sinter	Hochofen/ Herstellung von Roheisen	Warmwalzwerk/ Herstellung von Walzstahl	Elektrostahlwerk/ Herstellung von Elektrostahl	Eisen-, Stahl-, Tempergieß-ereien
Steinkohle	E	E/P*			
Steinkohlenkoks		E/P*			E
Braunkohlenbriketts	E				
Braunkohlenkoks	E				
Heizöl-S		E/P*			
Andere Mineralölprodukte		E/P*			
Koksgrus (ist unter Steinkohlenkoks verbucht)	E				
Erdgas	E	E**	E		E
Kokereigas	E				
Gichtgas	P	E/P*			
Altkunststoff		E/P*			
Elektrodenabbrand				P	

E: energiebedingt (Emissionen in 1.A.2 zu berichten)

P: prozessbedingt (Emissionen in 2.C.1 zu berichten)

Anm.: Im Anlagenteil Oxygenstahlwerk erfolgt kein relevanter Einsatz von Brennstoffen. Daher ist diese Rubrik hier nicht aufgeführt.

*) Aufteilung über den Faktor für den idealen Hochofenprozess, siehe Text

**) Der Einsatz von Erdgas in den Hochofenwinderhitzern verursacht keine prozessbedingten, sondern energiebedingte CO2-Emissionen

Wegen der schwierigen Abgrenzung zwischen prozess- und energiebedingten Emissionen der Oxygenstahlerzeugung werden im Folgenden:

1. die gesamten aus dem Einsatz von Reduktionsmitteln und Brennstoffen resultierenden CO_2-Emissionen berechnet,
2. die prozeßbedingten CO_2-Emissionen aus dem Kohlenstoffbedarf für den idealen Hochofenprozess und dem Kalksteineinsatz bei der Roheisenherstellung, sowie die CO_2-Emissionen aus dem Elektrodenabbrand bei der Elektrostahlherstellung ermittelt.
3. Abschließend erfolgt dann die Zuordnung und Aggregation der zuvor ermittelten Emissionsmengen zu den gesamten prozess- und energiebedingten CO_2-Emissionen der Eisen- und Stahlproduktion (2.C.1 bzw. 1.A.2.a). Durch diese Vorgehensweise werden Doppelzählungen ausgeschlossen und zugleich die Bilanzierung aller Kohlenstoffein- und -austräge vereinfacht.

Ermittlung der gesamten CO_2-Emissionen aus dem Einsatz von Reduktionsmitteln und Brennstoffen bei der Roheisen- und Oxygenstahlerzeugung

Zur Ermittlung der gesamten CO_2-Emissionen aus dem Einsatz von Reduktionsmitteln und Brennstoffen wird die Roheisen- und Oxygenstahlerzeugung in einem Schritt betrachtet. Die Ermittlung dieser Gesamtmenge entspricht methodisch den bis zum NIR 2004 unter 1.A.2 berichteten Emissionen der eisenschaffenden Industrie und Stahlindustrie.

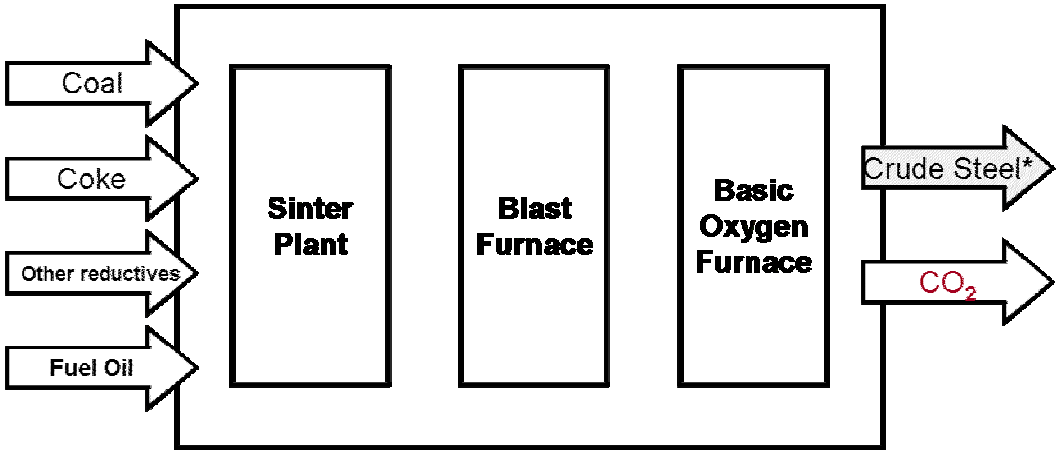


Abbildung 23: Kohlenstoffbilanz der Roheisen- und Oxygenstahlerzeugung

Die CO_2-Emissionen aus Reduktionsmitteln werden nach Tier 2 der IPCC GPG (2000) bestimmt. Da gleichbleibend etwa 97% des in Deutschland erzeugten Roheisens zu Oxygenstahl weiterverarbeitet werden, kann in Abwandlung der Tier 2-Methode auf eine getrennte Kohlenstoffbilanzierung von Roheisenerzeugung (Hochofen) und Oxygenstahlwerk verzichtet werden (siehe Abbildung 23). Dann ist es nicht auch notwendig, den im Roheisen gelösten Kohlenstoff gesondert zu berechnen, da dieser im Oxygenstahlwerk ohnehin als CO_2 ausgetrieben wird. Analog gilt dies für die erzeugten Prozessgase, insbesondere das Hochofengas: Egal ob die Prozessgase innerhalb des Stahlwerks oder außerhalb zur Energieerzeugung genutzt werden – im Ergebnis aller mit der Stahlherstellung verbundenen Prozesse wird der gesamte Kohlenstoffgehalt der Reduktionsmittel als CO_2 an die Atmosphäre abgegeben. Zur Vermeidung von Doppelzählungen in der Prozeßkette wird dieser Kohlenstoffeintrag gleich vollständig als CO_2-Emissionen bilanziert. Zugleich wird der CO_2-Emissionsfaktor für die Nutzung von Hochofengas als Energieträger auf Null gesetzt.

Der Kohlenstoffanteil im Rohstahl wird nicht in Abzug gebracht, weil in Deutschland über 2000 Stahlsorten mit zwischen 0 und 2% variierenden Kohlenstoffgehalten produziert werden und deren durchschnittlicher Kohlenstoffgehalt statistisch nicht erfasst wird. In jedem Fall ist er aber im Vergleich zum Kohlenstoffaustrag in Form von CO_2 marginal (<3%).

Sekundärbrennstoffe werden in der Eisenschaffenden Industrie nur bei der Erzeugung von Roheisen im Hochofenprozess eingesetzt. Sie dienen als Ersatzreduktionsmittel anstelle von Koks und sind daher den prozessbedingten Emissionen in 2.C.1 zuzuordnen. Diese Materialien sind bisher in nationalen Statistiken und der Energiebilanz nicht enthalten. Als Datenquelle werden daher Angaben der Wirtschaftsvereinigung Stahl genutzt (siehe Tabelle 61). Das Verfahren für die Zusammenstellung der Aktivitätsraten mit Raumbezug Deutschland ab 1995 ist im Endbericht des Forschungsprojekts „Einsatz von Sekundärbrennstoffen“ dokumentiert (UBA 2005b, FKZ 20442203/02).

Tabelle 61: Eingesetzte Sekundärbrennstoffe in Hochöfen, deren biogene Anteile und Emissionsfaktoren für CO_2

Sekundärbrennstoff	Einheit	Jahr	Tierfett	Altkunststoff
CO_2-Emissionsfaktor	kg/ TJ		71.380	74.630
	kg/t			2850
biogener Massen-Anteil	%		100	0
Einsatzmengen im Hochofen	t	1996	-	48.467
	t	1997	-	112.055
	t	1998	-	118.132
	t	1999	-	104.139
	t	2000	-	135.855
	t	2001	-	146.753
	t	2002	14.589	148.483
	t	2003	28.877	105.924
	t	2004	13.476	93.958
	t	2005	-	39.142
	t	2006	-	34.232
	t	2007	-	22.531

Ermittlung der prozessbedingten CO_2-Emissionen aus dem Kohlenstoffbedarf für den idealen Hochofenprozess

Um Konsistenz mit den Daten der Deutschen Emissionshandelsstelle zu gewähren, werden die im Sektor 2.C.1 zu berichtenden prozessbedingten CO_2-Emissionen aus dem Reduktionsmitteleinsatz ebenso wie in der Zuteilungsverordnung (ZuV) zum Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz (TEHG) mit Hilfe eines Faktors für den idealen Hochofenprozess berechnet: Der verwendete Emissionsfaktor von 1,307 t CO_2 / t Produkt. ergibt sich aus dem Kohlenstoffbedarf für den idealen Hochofenprozess von 356,5 kg C pro Tonne Roheisen (SCHOLZ, 2003), multipliziert mit 44/12 (Massenverhältnis CO_2 zu C).

Die über die so berechnete CO_2-Menge hinausgehenden Emissionen aus Reduktionsmitteln werden zu den energiebedingten Emissionen addiert, siehe unten.

Ermittlung der CO_2-Emissionen aus dem Kalksteineinsatz bei der Roheisenerzeugung

Die CO_2-Emissionen aus dem Kalksteineinsatz werden nach Tier 1 bestimmt (UBA 2006, FKZ 20541217/02). Die Stahlindustrie setzt Kalkstein ($CaCO_3$) nur bei Aufbereitung der Eisenerze (Sinteranlagen) und bei der Roheisenerzeugung im Hochofen ein. Auf der Ebene des eigentlichen Frischens von Rohstahl im Oxygenstahl- oder Elektrostahlverfahren kommt hingegen (gebrannter) Stahlwerkskalk (CaO) u.a. als Schlackenbildner zum Einsatz. Die Kalksteineinsätze bei der Sinter- und Roheisenherstellung wurden bis 2004 in der Eisen- und Stahlstatistik veröffentlicht (DESTATIS Fachserie 4, Reihe 8.1), seitdem müssen sie aus den dort 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 62 angegebenen CO_2-Emissionen.

Tabelle 62: Kalksteineinsatz und daraus resultierende CO_2-Emissionen bei der Sinter- und Roheisenerzeugung

	Kalksteineinsatz [kt/a]		CO_2-Emissionen [kt/a]		
Jahr	**Sinter**	**Roheisen**	**Sinter**	**Roheisen**	**Summe**
1990	4.681	756	2.060	333	2.392
1991	4.532	757	1.994	333	2.327
1992	4.198	666	1.847	293	2.140
1993	3.891	627	1.712	276	1.988
1994	4.173	733	1.836	323	2.159
1995	4.600	751	2.024	330	2.354
1996	4.350	686	1.914	302	2.216
1997	4.471	629	1.967	277	2.244
1998	4.588	677	2.019	298	2.317
1999	4.144	817	1.823	359	2.183
2000	4.273	924	1.880	407	2.287
2001	4.136	866	1.820	381	2.201
2002	3.940	831	1.734	366	2.099
2003	4.047	833	1.781	366	2.147
2004	4.210	848	1.852	373	2.225
2005	4.144	808	1.823	355	2.179
2006	4.255	850	1.872	374	2.246
2007	4.450	872	1.958	384	2.342

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 CO_2-Emissionen aus dem Elektrodenabbrand bei der Elektrostahlherstellung

Bei der Elektrostahlherstellung entstehen direkte CO_2-Emissionen durch den Abbrand der Graphitelektroden, die ebenfalls den prozessbedingten CO_2-Emissionen der Stahlerzeugung zuzurechnen sind. Sie werden aus der Menge des produzierten Elektrostahls über einen Standardfaktor für den Elektrodenabbrand (1,3 kg C pro t Elektrostahl) sowie den stöchiometrischen Faktor (3,667 t CO/t C) berechnet.

Zuordnung und Aggregation der zuvor ermittelten Emissionsmengen zu den gesamten prozess- und energiebedingten CO_2-Emissionen der Eisen- und Stahlproduktion (2.C.1 bzw. 1.A.2.a)

Die insgesamt unter 2.C.1 zu berichtenden prozessbedingten Emissionen setzen sich wie in diesem Kapitel beschrieben aus:

- den prozessbedingten CO_2-Emissionen aus dem Kohlenstoffbedarf für den idealen Hochofenprozess,
- den CO_2-Emissionen aus dem Kalksteineinsatz bei der Roheisenerzeugung und
- den CO_2-Emissionen aus dem Elektrodenabbrand bei der Elektrostahlherstellung

zusammen. Die so ermittelten Emissionsmengen sind Tabelle 64 zu entnehmen. Der Beitrag der Elektrostahlerzeugung (Elektrodenabbrand) ist mit 0,17% der gesamten prozessbedingten CO_2-Emissionen bzw. 0,12% der Gesamtemissionen der Eisen- und Stahlerzeugung unbedeutend.

Tabelle 63: Insgesamt unter 2.C.1 zu berichtende prozessbedingte Emissionen

	Prozessbedingte CO_2-Emissionen laut Scholz-Faktor	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	45.858.709	2.392.065	75.242	48.326.016
1991	43.928.270	2.327.160	68.464	46.323.894
1992	40.686.910	2.140.160	64.358	42.891.428
1993	38.570.877	1.987.920	56.805	40.615.602
1994	41.712.905	2.158.707	62.447	43.934.059
1995	41.703.756	2.354.440	65.930	44.124.126
1996	38.487.229	2.215.840	67.249	40.770.318
1997	43.306.138	2.244.000	71.238	45.621.376
1998	41.758.650	2.316.600	66.528	44.141.778
1999	38.942.065	2.182.840	61.335	41.186.240
2000	43.198.964	2.286.680	66.620	45.552.264
2001	41.371.778	2.200.880	62.721	43.635.379
2002	41.574.363	2.099.240	62.993	43.736.596
2003	40.957.459	2.146.864	64.071	43.168.393
2004	42.003.059	2.225.326	67.910	44.296.296
2005	40.330.099	2.178.835	65.192	42.574.125
2006	42.542.850	2.246.327	69.995	44.859.172
2007	40.712.429	2.341.755	71.622	43.125.806

Die energiebedingten CO_2-Emissionen ergeben sich aus der Differenz zwischen

- den Gesamtemissionen aus dem Einsatz von Reduktionsmitteln und Brennstoffen bei der Roheisen- und Oxygenstahlerzeugung (s.o.) und
- den ermittelten prozessbedingten CO_2-Emissionen aus dem Kohlenstoffbedarf für den idealen Hochofenprozess (s.o.).

Die beschriebene Differenzbildung erfolgt in 2 Schritten.

Erstens werden die Emissionsfaktoren für alle im Hochofen eingesetzten Reduktionsmittel (namentlich Steinkohle, HO-Koks trocken, sonstige feste Brennstoffe und Heizöl-S) energieseitig auf Null gesetzt.

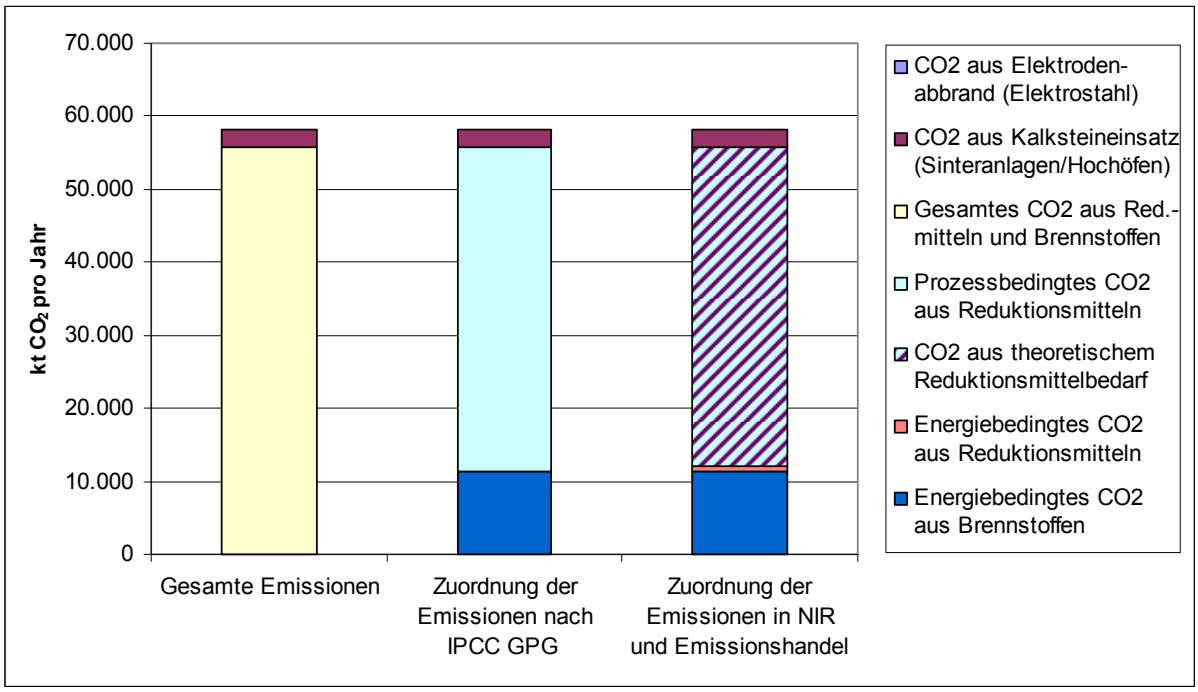
Im zweiten Schritt werden über eine Korrekturzeitreihe im ZSE die nicht prozessbedingten Emissionen aus dem Hochofen (die Differenz zwischen der Summe der aus den vorgenannten Reduktionsmitteln resultierenden CO-Emissionen und den ermittelten prozessbedingten Emissionen aus dem idealen Hochofenprozess, s.o.) zu den energiebedingten Emissionen unter 1.A.2.a hinzuaddiert. Eine brennstoffspezifische Zuordnung dieses Differenzbetrags wäre nur schwer möglich und würde nicht zu einer größeren Genauigkeit führen.

Der Einsatz von Koksgrus in der Sinteranlage, der Einsatz von Kokereigas sowie der Erdgaseinsatz im Hochofen (Winderhitzer) wird vollständig den energiebedingten Emissionen zugerechnet.

Alle Emissionsfaktoren für Gichtgaseinsatz (auch in Kraftwerken und bei der Sinterherstellung) werden Null gesetzt, da diese Emissionen bereits beim Eintrag der Reduktionsmittel in den Hochofen, der zur Entstehung des Gichtgases führt, berücksichtigt wurden. Im Gegensatz zum Nationalen Inventarbericht 2005 werden die CO_2-Emissionen aus Gichtgas der Eisenschaffenden Industrie also nicht in den Sektoren 1.A.1 und 1.A.2

berichtet, sondern sind in den prozessbedingten Emissionen in 2.C.1 enthalten. Doppelzählungen werden so ausgeschlossen.

Die Zuordnung der Gesamtemissionen der Eisen- und Stahlerzeugung auf prozess- und energiebedingte Emissionen (2.C.1 bzw. 1.A.2.a) sowie die Unterschiede zwischen dem Ansatz der IPCC Good Practice Guidance und dem hier beschriebenen Ansatz veranschaulicht Abbildung 24. Der Unterschied, d.h. die gemäß dem hier beschriebenen Ansatz abweichende Zuordnung von etwa 600 kt/a CO_2 zu den energiebedingten Emissionen (in Abbildung 24 als „Energiebedingtes CO2 aus Reduktionsmitteln“ bezeichnet) macht nur 1,3% der prozessbedingten Emissionen nach IPCC GPG aus.



Anm.: Gemeinsame Darstellung der Emissionen aus 2.C.1 und 1.A.2a; die CO_2-Emissionen aus dem Elektrodenabbrand bei der Elektrostahlerzeugung sind mit 0,1% der Gesamtemissionen in obiger Darstellung nicht zu erkennen.

Abbildung 24: Zuordnung der Gesamtemissionen der Eisen- und Stahlerzeugung auf prozess- und energiebedingte Emissionen

4.3.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.1)

Die Zeitreihenkonsistenz ist gegeben, da die Daten anlagenspezifisch erhoben wurden und für alle Jahre nach derselben Methode zusammengestellt wurden. Die Unsicherheiten liegen bei ± 5 %, da sie sich nur aus Mess- und Analyseungenauigkeiten ergeben.

4.3.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.1)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt. Die Qualitätssicherung konnte aufgrund teilweise fehlender Fachzuständigkeiten nicht vollständig durchgeführt werden. Die Plausibilität der ermittelten Emissionsmengen wurden erfolgreich mit den Daten der deutschen Emissionshandelsstelle überprüft.

4.3.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.1)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.3.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.C.1)

Die Emissionsfaktoren für den Elektrodenabbrand werden in einem bis Sommer 2009 laufenden Forschungsvorhaben überprüft.

4.3.2 Metallproduktion: Produktion von Ferrolegierungen (2.C.2)

4.3.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.2)

CRF 2.C.2					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
		- / -			

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**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. Ferroalloys sind Zuschlagsstoffe, mit denen Stahl legiert wird. In Deutschland gibt es noch einen Hersteller, der Ferrochrom herstellt, welches als Legierungsmittel in der Edelstahlherstellung verwendet wird. Aus Geheimhaltungsgründen sind der amtlichen Statistik für 2.C.2 keine Aktivitätsraten zu entnehmen. Nach Angaben des Herstellers werden jährlich 25.000 t Ferrochrom produziert. Dazu wird seit 1995 ausschließlich das Elektro-Lichtbogen-Verfahren verwandt, bei dem nur aus dem Elektrodenabbrand geringe Mengen an prozessbedingtem CO_2 freigesetzt werden.

Bis 1995 kam teilweise das Hochofenverfahren zum Einsatz, das mit vergleichsweise höheren CO_2-Emissionen verbunden war.

4.3.2.2 Methodische Aspekte (2.C.2)

Die verwendeten Emissionsfaktoren zu beiden genannten Verfahren (Hochofen- und Elektro-Lichtbogen-Verfahren) wurden in dem Forschungsvorhaben „Neu-CO_2" (FKZ 203 41 253/02) ermittelt.

Die Aktivitätsrate wird seit 1995 mit 25.000 t konstant fortgeschrieben.

4.3.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.2)

Durch die konstante Fortschreibung der AR ist diese Zeitreihe konsistent. Die deutliche Abnahme des CO_2-Emissionsfaktors von 1994 zu 1995 bedeutet ebenfalls keine Inkonsistenz, sondern resultiert aus dem Wechsel des Produktionsverfahrens.

Eine Unsicherheitenschätzung wurde nicht durchgeführt.

4.3.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.2)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde

vollständig durchgeführt. Die Qualitätssicherung konnte aufgrund teilweise fehlender Fachzuständigkeiten nicht vollständig durchgeführt werden. Ein Vergleich mit anderen Datenquellen für Deutschland wurde nicht durchgeführt, weil es keine anderen geeigneten Datenquellen für 2.C.2 gibt.

4.3.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.2)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.3.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.C.2)

Derzeit sind keine Verbesserungsmaßnahmen geplant.

4.3.3 Metallproduktion: Primäraluminiumproduktion (2.C.3)

4.3.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.3)

CRF 2.C.3					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Aluminium Produktion	- / t	PFC	0,20 %	0,07 %	fallend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**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 FKW-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach dem Trend.

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 Schadstoffen werden insbesondere CO, CO_2, SO_2, CF_4 und C_2F_6 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 2006 um 87 %. Hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung der FKW-Emissionen ist eine Stagnation auf niedrigem Niveau zu erwarten.

4.3.3.2 Methodische Aspekte (2.C.3)

Die Produktionsmenge für das Jahr 2007 ist dem Monitoring-Bericht der Aluminiumindustrie für das Jahr 2007 entnommen [GDA, 2008]. Der durchschnittliche Anodenverbrauch liegt bei 430 kg Petrolkoks je Tonne Aluminium. In der Tabelle 64 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 SO_2- und CO_2-Emissionsfaktoren wurden aus dem spezifischen Anodenverbrauch errechnet. Die Anoden bestehen aus Petrolkoks; diese weisen spezifische Schwefelgehalte von ca. 1,2 % auf, woraus ein SO_2-Emissionsfaktor von 10,4 kg/t Al berechnet werden kann. Grundlage der Berechnung des CO_2-Emissionsfaktors ist der spezifische Kohlenstoffgehalt von Petrolkoks von 857 kg pro t. (vgl. Kapitel 13.7.2). Durch Multiplikation des durchschnittlichen Anodenverbrauchs mit dem mittleren Kohlenstoffgehalt und der stöchiometrischen Umsetzung zu CO_2 ergibt sich ein CO_2-Emissionsfaktor von 1367 kg/t Aluminium. Der CO_2-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 CO_2- Faktor nicht berücksichtigt.

Die in Tabelle 64 genannten Emissionsfaktoren wurden mit den Emissionsangaben in BAT-Merkblättern[30] und anderen Quellen (z.B. der VDI Richtlinie 2286 Blatt 1) abgeglichen.

Tabelle 64: AR und prozessbedingte EF der Primäraluminiumproduktion im Jahr 2007

		AR	Emissionsfaktoren						
	Anzahl Hütten	Produktion [t]	CO_2 [kg/t]	CF_4 [kg/t]	C_2F_6 [kg/t]	NO_X [kg/t]	SO_2 [kg/t]	C gesamt [kg/t]	CO [kg/t]
Primäraluminium	4	553.934	1367	0,05	0,005	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 CF_4 Emissionen sind die in den Jahren 1996 und 2001 in allen deutschen Hütten durchgeführten Messungen. Hierbei wurden je nach Technologie spezifische CF_4- Emissionswerte pro Anodeneffekt[31] ermittelt. Die Zahl der Anodeneffekte wird in den Hütten erfasst und dokumentiert. Die CF_4-Gesamtemission wurde durch Multiplikation der gesamten Anodeneffekte des Jahres mit der in 2001 ermittelten spezifischen CF_4-Emission pro Anodeneffekt errechnet. Der Gesamtemissionsfaktor für CF_4 ergibt sich durch Addition der CF_4-Emissionen der Hütten dividiert durch die Gesamtaluminiumproduktion der Hütten. C_2F_6 und CF_4 entstehen im festen Verhältnis von etwa 1:10. Die oben genannte Methode wurde auf die gesamte Zeitreihe angewendet, durch Rückrechnungen wurden die Emissionen für die Jahre 1990 bis 1996 ergänzt.

4.3.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.3)

Die Emissionsangaben zu FKW, CO, CO_2 und SO_2 genügen dem Tier 3b Ansatz und werden entsprechend als sehr genau bewertet. Für CO, CO_2 und SO_2 besteht eine Zeitreihenkonsistenz.

[30] siehe http://www.bvt.umweltbundesamt.de/kurzue.htm

31 „...Zu organischen Fluoriden kommt es jedoch nur unter besonderen Bedingungen, wenngleich diese in Intervallen von Stunden bis zu mehreren Tagen am Ofen immer wieder eintreten. Diese Bedingungen werden als Anodeneffekt bezeichnet. ... Das Gas an der Anode ändert seine Zusammensetzung von CO_2 zu CO und zu 5 bis 20 % CF_4....“ (ÖKO-RECHERCHE 1996)

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 4.3.3.6).

Außerdem waren die Jahre 1991 bis 1994 wegen des Verfalls der Weltmarktpreise für Primäraluminium tiefe Krisenjahre für die deutsche Aluminiumindustrie. Aus diesem Grund wurden einige Anlagen stillgelegt. Der Abbau betraf alle Ofentypen, aber am stärksten betroffen waren die kurz zuvor modernisierten Öfen mit Punktdosierungstechnik. Deren Kapazität sank um 43%, gemessen am Bestand 1990. Dies erklärt auch den kurzfristigen Anstieg bzw. die Stagnation des implizierten Emissionsfaktors für CF_4 in diesen Jahren. Absolut haben die Primärhütten 2007 nur 26 Tonnen CF_4 gegenüber 45 Tonnen in 2005 emittiert. Ursache hierfür ist ein Produktionsrückgang. Gegenüber dem Jahr 2006 ist jedoch eine geringe Produktionssteigerung zu verzeichnen, weil das teilweise Abschalten der Öfen im Werk Stade durch eine Produktionssteigerung am Produktionsstandort Hamburg mehr als ausgeglichen wurde.

4.3.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.3)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, konnte aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten nicht durchgeführt werden.

Aktivitätsangaben werden von der Industrie jährlich erhoben und u.a. dem Statistischen Bundesamt und dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle gemeldet. Die Zeitreihe erscheint plausibel und weist keine Inkonsistenzen auf. Es wird davon ausgegangen, dass diese Angaben qualitätsgesichert erhoben werden.

Die Ermittlung der spezifischen FKW-Emissionen während der Anodeneffekte erfolgte durch Messungen der Industrie in den Jahren 1996 und 2001 an allen Primäraluminium produzierenden Anlagen in Deutschland. Die Menge der entstehenden FKW hängt vor allem von der Dauer und Häufigkeit der Anodeneffekte ab. Durch computerbasierte Prozesssteuerung konnten die Dauer und die Häufigkeit der Anodeneffekte in den letzten Jahren deutlich reduziert werden. Der deutsche Emissionsfaktor für CF_4, aufgrund von Anodeneffekten, lag 2007 bei 0,050 kg/t Aluminium. Er liegt somit unter dem vom International Aluminium Institute (IAI) bekannt gegebenen internationalen Durchschnittsfaktor von 0,11 kg/t für Point Feeder-Anlagen. Der Emissionsfaktor ist somit verifiziert.

4.3.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.3)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.3.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.C.3)

Die Ermittlung von Unsicherheiten wird unter Einbeziehung des Industrieverbandes weitergeführt.

4.3.4 Metallproduktion: SF_6 in der Aluminium- und Magnesiumproduktion (2.C.4)

4.3.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.4)

CRF 2.C.4					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1995 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
SF_6 used in Aluminium and Magnesium Foundries	- / t	SF_6	0,01 %	0,23 %	steigend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	NO	NO	D	NO	D	NO	NO	NO	NO	NO
EF Unsicherheiten in %			-		-					
Unsicherheitenverteilung			-		-					
Methode EF-Ermittlung			D		D					

Die Quellgruppe SF_6 in der Aluminium- und Magnesiumproduktion ist für SF_6-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach dem Trend.

Aluminiumproduktion:

Zum Spülen von Sekundäraluminium-Schmelzen genügen in der Regel Inertgase ohne Additive. In einigen wenigen, meist kleineren Aluminium-Gießereien sowie in Labors kam in der Vergangenheit aber ein Reinigungssystem aus Inertgasen zum Einsatz, dem SF_6 in Konzentrationen von 1 oder 2,5 % zugesetzt war. Solche Reinigungssysteme wurden letztmalig im Jahr 1999 eingesetzt (seit dem Jahr 2000 findet kein Verkauf in Deutschland mehr statt). Von 1990 bis 1999 lag der SF_6 –Verbrauch relativ konstant bei 0,5 t/a.

Vereinzelt wird seit dem Jahr 1999 wieder reines SF_6 als Reinigungsgas eingesetzt.

Magnesiumproduktion:

Beim Gießen von Magnesium wird SF_6 seit Mitte der 70er Jahre als Schutzgas über der Schmelze eingesetzt, um ihre Oxidation und Entzündung zu verhindern. Die eingesetzte Menge an SF_6 pro Tonne Magnesium (spezifischer SF_6-Koeffizient) hat sich seit 1995 stark reduziert. SF_6 wird sowohl beim Sandgussverfahren zur Fertigung von Prototypen, Einzelteilen und kleinen Serien, als auch beim Druckgussverfahren als Schutzgas eingesetzt.

4.3.4.2 Methodische Aspekte (2.C.4)

Der Einsatz von SF_6 als Reinigungs- und Schutzgas ist eine offene Anwendung, d.h. die eingesetzte SF_6–Menge emittiert vollständig beim Gebrauch in die Atmosphäre. Die Gleichsetzung von Verbrauch (AR) und Emission entspricht der Methode in den IPCC-Guidelines (IPCC, 1996a: Seite 2.34).

Für die Berichtsjahre 1990 bis 1994 wurden Berichte und archivierte Umfrageprotokolle aus dem Jahr 1996 zu Grunde gelegt.

Emissionsfaktoren

Für die Aluminium- und Magnesiumgiessereien wird ein $EF_{Anwendung}$ = 1 angenommen, da genauere Daten zu Zersetzungsgraden fehlen.

Aktivitätsdaten Aluminiumproduktion

Der SF_6-Verbrauch wurde durch direkte Befragung der wenigen Anbieter der SF_6-haltigen Gasemischung nach ihrem Verkauf ermittelt, wobei die Abfrage für das Berichtsjahr 2000 ergeben hat, dass die Gasemischung seit dem Jahr 2000 nicht mehr vermarktet wird.

Seit dem Berichtsjahr 2002 erfolgt die Erhebung der Verbrauchsdaten über die Abfrage der SF_6-Verkaufszahlen des Gasehandels.

Aktivitätsdaten Magnesiumproduktion

Seit dem Berichtsjahr 2002 erfolgt die Erhebung der Verbrauchsdaten ebenfalls über die Abfrage der SF_6-Verkaufszahlen des Gasehandels.

Die beschriebene Prozedur wurde für alle Berichtsjahre angewandt; außer 1996 und 1999, wo die fehlenden Jahresdaten interpoliert wurden.

4.3.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.4)

Wie Untersuchungen belegen wird ein Teil des SF_6 (HFKW-134a wahrscheinlich auch) bei der Nutzung in der Aluminium- und Magnesiumproduktion zersetzt. Daher werden die Emissionen durch die Annahme einer 100 %-igen Emission der verwendeten Menge überzeichnet. Solange keine genaueren Messungen vorliegen, welche die Angabe eines durchschnittlichen Zersetzungsgrads im Prozess ermöglichen, ist eine Quantifizierung der Unsicherheiten für die Emissionsfaktoren nicht möglich.

4.3.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.4)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig 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 SF_6 insgesamt und mit den Angaben des Gasehandels. Für die diesjährige Berichterstattung 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. Dies führte zur Identifikation der neuen Quelle Aluminiumguss. Die für das Berichtsjahr 2004 verglichenen Verkaufszahlen und Verwendungsmengen in der Industrie zeigten gute Übereinstimmung.

4.3.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.4)

Es erfolgte eine Rekalkulation der Daten für die Jahre 1996 bis 2006 aufgrund neuer Erkenntnisse aus einem Fachgespräch im Umweltbundesamt im Dezember 2007.

4.3.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.C.4)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.3.5 Metallproduktion: Sonstige (2.C.5)

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

4.3.5.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.5)

Seit dem Jahr 2003 wird zunehmend der HFKW-134a anstelle von SF_6 als Schutzgas über der Schmelze eingesetzt.

4.3.5.1.2 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 SF_6 in der Magnesiumproduktion (2.C.4) und werden daher in Kapitel 4.3.4.2 beschrieben.

Die für den Einsatz von SF_6 in der Magnesiumproduktion (2.C.4) gemachten Angaben über Unsicherheiten, Qualitätssicherung und Verbesserungen gelten auch bei der Verwendung von HFKW-134a und sind darum in den entsprechenden Abschnitten für 2.C.4 zu finden.

4.3.5.1.3 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.5)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

4.4 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.

4.4.1 Andere Produktionen: Zellstoff- und Papierherstellung (2.D.1)

4.4.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.D.1)

CRF 2.D.1					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1995 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**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 (2.D.1) ist in Bezug auf die Herstellung von Zellstoff und Papier (Zellstoff- und Papierindustrie) keine Hauptquellgruppe.

Alle Emissionen an klimarelevanten Gasen aus der Zellstoff- und Papierindustrie in Deutschland resultieren aus der Verbrennung von Energieträgern und werden daher in Kapitel 3.1 als energiebedingte Emissionen berichtet. Prozessbedingte Emissionen an

klimarelevanten Gasen im Sinne der *IPCC Good Practice Guidance* (2000) gibt es bei der Zellstoff- und Papiererzeugung nicht.

Die Herstellung von Zellstoff nach dem Sulfatverfahren erfolgt in zwei der sechs Zellstoffanlagen in Deutschland mittels Kaustifizierung, wonach die brennstoffbedingten CO_2-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 SO_2-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 2, Kapitel 14.2.4.1 zu entnehmen.

4.4.1.2 Methodische Aspekte (2.D.1)

In der Zellstoff- und Papierindustrie treten keine prozessbedingten Emissionen an klimarelevanten Gasen im Sinne der *IPCC Good Practice Guidance* (IPCC, 2000) auf. Für sonstige Schadstoffe wurden bis zum berichteten Jahr 2004 die in Tabelle 65 aufgeführten Emissionsfaktoren aus den IPCC-Guidelines verwendet.

Tabelle 65: IPCC Default Emissionsfaktoren für SO_2, 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 66: 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 2007 wurden in 138 Anlagen folgende Mengen produziert:

Tabelle 67: Zellstoff- und Papierherstellung, produzierte Mengen

Produkt	Produzierte Mengen 2007	
Erzeugung von Papier, Pappe und Karton (PPK)	23,2	Mio. t
Rohstoffproduktion:		
Papierzellstoff	1.545.372	t
davon Sulfitzellstoff	632.784	t
davon Sulfatzellstoff	836.189	t
Holzstoff	1.456.023	t
Altpapierstoff	13.167.000	t
Menge dazu eingesetzten Altpapiers	(15.745.816	t)

Quelle: Verband Deutscher Papierfabriken, Leistungsbericht 2008

Diese Zahlen können bis zum Basisjahr 1990 zurückverfolgt werden.

4.4.1.3 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 deutschlandspezifische Emissionsfaktoren in die Emissionsdatenbank ZSE eingefügt. Diese Aktualisierung war erforderlich, da in den vergangenen 5 Jahren erhebliche Modernisierungsmaßnahmen in den deutschen Sulfatzellstoffwerken vollzogen wurden, die zu einer starken Emissionsminderung geführt haben. Diese Arbeiten waren 2005 abgeschlossen. Für die Sulfitzellstoffwerke führten kontinuierliche Verbesserungen zu einer erheblichen SO_2-Minderung gegenüber 1990.

4.4.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.D.1)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

4.4.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.D.1)

In der Sulfitzellstoffproduktion führten kontinuierliche Maßnahmen zu einer Abnahme der SO_2-Emissionen. Zwischen dem Defaultwert von 1990 bis zum realen Anlagenwert 2005 wurde daher linear interpoliert.

4.4.1.6 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 CO_2-Emissionen aus der Kaustifizierung in der Sulfatzellstoffproduktion sind biogenen Ursprungs und müssen demnach bisher nicht berichtet werden. Zukünftig ist es denkbar zur Erhöhung der Transparenz auch CO_2 biogenen Ursprungs zu berichten.

4.4.2 Andere Produktionen: Nahrungsmittel und Getränke (2.D.2)

4.4.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.D.2)

CRF 2.D.2					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**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 (2.D.2), 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-CO_2-Emission beitragen (IPCC, 1996a: S. 2.41). Die mit der Herstellung von Margarine und pflanzlichen Ölen verbundenen Lösemittelemissionen werden in der Quellgruppe 3.D berichtet. Das bei der Zuckerherstellung eingesetzte, aus der Verbrennung von Kalkstein gewonnene CO_2 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(I)s2“ des sektoralen Reports für Industrielle Prozesse zusammengefasst berichtet. Es wird der IEF in der Tabelle Hintergrunddaten des sektoralen Reports für Industrielle Prozesse „Table2(I).A-G“ als NE angegeben, da die CO_2-Emissionen unter CRF 1.A.2 berichtet werden.

Die Ernährungsindustrie gehörte mit einem Umsatz von rund 147,4 Mrd. Euro im Jahr 2007 zu den bedeutenden Wirtschaftszweigen in Deutschland. Bundesweit waren circa. 517.000 Personen in Unternehmen der Ernährungsindustrie beschäftigt (BVE 2007). Nach der Klassifikation der Wirtschaftszweige von 1993 (WZ 93) wird die Nahrungsmittelindustrie in neun Gruppen und insgesamt 33 Klassen unterteilt. Staatliche statistische Auswertungen orientieren sich an dieser Klassifikation. 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 Emissionsfaktoren für die NMVOC-Emissionen angegeben (IPCC, 1996c: S. 2.41f):

4.4.2.2 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 DESTATIS Fachserie 4, Reihe 3.1 und Fachserie 3, Reihe 3.2.1 mit Ausnahme von Futtermittel. Die Aktivitätsraten für Futtermittel stammen aus BMELV (Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten).

Tabelle 68 zeigt die ermittelten Aktivitätsraten, verwendeten Emissionsfaktoren sowie die daraus berechneten NMVOC-Emissionen für das Jahr 2006

Tabelle 68: NMVOC-Emissionen aus der Nahrungsmittelindustrie (2 D 2)

Produkt	Aktivitätsraten		Emissionsfaktoren	Emissionen [t]
Brot				
- Industriebäckereien	3.466.691	t	0,3* kg/t	1.080,0
- Handwerksbäckereien	851.512		3,0 kg/t	2.654,4
Kuchen, Kekse, Frühstückscerealien	2.559.030	t	0,1* kg/t	255,.9
Zucker	3.643.754	t	0,9* kg/t	3.279,4
Fleisch, Geflügel, Fisch	1.476.716	t	0,03* kg/t	44,3
- Fleisch/Fisch, geräuchert	2.879.012	t	0,0023* kg/t	6,6
Tierische Fette	347.497	t	1* kg/t	347,5
Kaffeeröstung	547.128	t	0,069* kg/t	37,7
Futtermittel	18.705.092	t	0,1* kg/t	1.818,6
Bier	97.188.430	hl	0,002* kg/hl	194,4
Wein				
- Rotwein	4.056.668	hl	0,08 kg/hl	324,5
- Weißwein	6.203.877	hl	0,035 kg/hl	217,1
- Sonstige Weine	876.299	hl	0,058 kg/hl	50,8
Spirituosen	1.216.967	hl	2,93* kg/hl	3.565,7

* unter Berücksichtigung von Minderungsmaßnahmen

Für die Quellgruppe 2.D.2 ergeben sich insgesamt 13,9 Gg NMVOC-Emissionen

4.4.2.3 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 stehen, 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.

4.4.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.D.2)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde nicht durchgeführt.

In Berichten anderer Staaten sind kaum Ausführungen zu 2.D.2 enthalten, so dass ein Vergleich zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht möglich ist.

4.4.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.D.2)

Quellenspezifische Rückrechnungen wurden – ausgenommen Rot- und Weißwein – in allen Quellbereichen durchgeführt.

4.4.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.D.2)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.5 Produktion von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF_6 (2.E)

CRF 2.E					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1995 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Production of HCFC-22	l / t	HFC	0,33 %	0,02 %	fallend
Production of Halocarbons and SF_6: fugitive emissions	l / t	PFC	0,18 %	1,07	steigend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**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 halogenierter Kohlenwasserstoffe (hier nur HFKW) und SF_6 ist für HFKW- und FKW-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).

4.5.1 By-Product Emissionen (2.E.1)

4.5.1.1 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 zwei 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.

4.5.1.2 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 nur die Emissionen des HFKW-23 mitgeteilt. Diese werden aggregiert mit den Emissionen aus der CRF-Unterquellgruppe 2.E.2 berichtet, da sie vertraulich sind.

4.5.1.3 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.

4.5.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.E.1)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

4.5.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.E.1)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.5.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.E.1)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.5.2 Herstellungsbedingte Emissionen (2.E.2)

4.5.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.E.2)

In Deutschland gibt es ein einziges Unternehmen, das an zwei Standorten HFKW (134a und 227ea) und SF_6 produziert. Die Emissionsentwicklung geht mit der Entwicklung der Produktionsmengen einher. Während SF_6 und der HFKW-134a in Deutschland produziert werden, findet für den HFKW-227ea keine vollständige Synthese statt. Vielmehr wird ein Teil des im spanischen Tarragona produzierten HFKW-227ea einer abschließenden Destillation unterzogen, um pharmazeutische Reinheit zu erzielen (Einsatz in Dosieraerosolen). Dabei entstehen noch einmal Emissionen aufgrund geringfügiger Gasverluste.

Der HFKW-134a wird seit 1994 produziert, der HFKW-227ea seit 1996.

4.5.2.2 Methodische Aspekte (2.E.2)

Emissionsfaktoren

Aus den 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 genießt das Unternehmen Vertrauensschutz. Die Emissions- und Produktionsmengen werden dem Umweltbundesamt gemeldet, aber nur aggregiert mit den Emissionen aus der CRF-Unterquellgruppe 2.E.1 und den Emissionen aus der Anwendung von SF_6 in Sportschuhen, der Anwendung beim Schweißen und der Anwendung in der AWACS Wartung unter 2.G berichtet.

4.5.2.3 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.

4.5.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.E.2)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

4.5.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.E.2)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.5.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.E.2)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.5.3 Sonstige (2.E.3)

Es sind keine weiteren Emissionsquellen für Treibhausgase bekannt.

4.6 Verbrauch von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF_6 (2.F)

CRF 2.F					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1995 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Consumption of Halocarbons and SF_6	l / t	PFC	0,51 %	0,28 %	fallend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**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 halogenierter Kohlenwasserstoffe und SF_6 ist für FKW-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Zu der Quellgruppe 2.F gehören Kälte- und Klimaanlagen (2.F.1), die Schaumherstellung (2.F.2), Feuerlöschmittel (2.F.3), Aerosole (2.F.4), Lösemittel (2.F.5), die Halbleiterproduktion (2.F.6), Elektrische Betriebsmittel (2.F.7) und andere Anwendungen (2.F.8). Zwecks genauerer Datenerhebung erfolgt eine weitere Unterteilung dieser Unterquellgruppen, die in den folgenden Unterkapiteln beschrieben wird..

Die Verwendung als Kältemittel in der stationären und mobilen Kühlung ist mit über drei Vierteln der Emissionsmenge die größte Quelle der HFKW-Emissionen von 2.F der Verwendung von fluorierten Treibhausgasen. Die verbleibenden Emissionen verteilen sich auf Schäume und Aerosole, sowie in geringen Mengen auf Feuerlöscher, Lösemittel und Beschichtung.

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 Klimaanlagen. Geringe Mengen stammen noch aus Schuhen und Aerosolen.

Die SF_6-Emissionen stammen ca. zur Hälfte aus Schallschutzscheiben, hier sind die Emissionen vor allem auf die Freisetzung aus der Entsorgung von Schallschutzscheiben zurückzuführen. Etwa ein Viertel der Emissionen sind aus elektrischen Betriebsmitteln. Die verbleibenden Emissionen sind dominiert durch die Solarzellenproduktion, gefolgt von der Produktion optischer Glasfasern. Geringe Mengen stammen aus der Halbeleiterindustrie,

Autoreifen und Spurengasen. Zu den Emissionsquellen Schuhe, AWACS und Schweißen können aufgrund der Vertraulichkeit der Daten hier keine Aussagen zu Mengen getroffen werden.

Tabelle 69: Überblick über Methoden und verwendete Emissionsfaktoren für das aktuelle Berichtsjahr in der Quellgruppe 2.F (Verbrauch von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF_6).

		Methode	Schadstoff			Emissionsfaktor (dimensionslos)		
			HFKW	FKW	SF_6	Herstellung (CS)	Anwendung	Entsorgung
1. Kälte- und Klimaanlagen	**2.F.1**							
Haushaltskälte	2.F.1a	Tier 2a	HFKW			NO	0,003	NE
Gewerbekälte	2.F.1b			FKW		0,002	0,015 - 0,15	0,3-0,5
Transportkälte (Fahrzeuge und Container)	2.F.1c					0,005	0,15 - 0,25	1
Industriekälte	2.F.1d					0,0015	0,07	0,3
Stationäre Klimaanlagen	2.F.1e					0,01	0,06	0,3
Raumklimageräte						NE	0,025	NE
Mobile Klimaanlagen	2.F.1f							
- Lkw						2 g/Anlage	0,10 - 0,15	0,3
- PKW						2 g/Anlage	0,1	
- Busse						5 g/Anlage	0,15	
- Schiffe						0,01	0,05	
- Schienenfahrzeuge						0,002	0,15 - 0,25	
- Landmaschinen						5 g/Anlage	0,15 - 0,25	
2. Schaumherstellung	**2.F.2**							
Hartschaum mit 134a	2.F.2a	Tier 2a	HFKW			0,1	0,005	NO
Hartschaum mit 365mfc/245fa/227ea						0,15	0,01	
Integralschaum						1	NO	
Montageschaum (134a)						1 g/Dose	1	
Montageschaum (152a)						1 g/Dose	1	
XPS-Schaum (134a)						C	0,0066	
XPS-Schaum (152a)						1	NO	
3. Feuerlöschmittel	**2.F.3**	CS	HFKW			0,001	0,014	NO
4. Aerosole	**2.F.4**							
Dosieraerosole	2.F.4a	CS	HFKW			0,15 g/Dose (10mL)	1	NO
Sonstige Aerosole/Novelties	2.F.4b/c	Tier 2				0,015	1	
5. Lösemittel	**2.F.5**	Tier 2				NE	1	
6. Halbleiterproduktion	**2.F.6**	Tier 2a		FKW	SF_6	NO	CS	
7 Elektrische Betriebsmittel	**2.F.7**							
Schaltanlagen	2.F.7a	Tier 3a			SF_6	0,02	0,001 – 0,01	0,02
Sonstige	2.F.7b	CS				0,15 - 1	NO	NO
8 Sonstige	**2.F.8**							
Isolierglasfenster	2.F.8a	Equ. 3.24 ff			SF_6	0,33	0,01	1
Autoreifen	2.F.8b	Equ. 3.23				NE	NE	1
Sportschuhe	2.F.8c	Equ. 3.23						
Spurengas	2.F.8d	Equ. 3.22				1	NO	NO
AWACS Wartung	2.F.8e	CS					1	
Schweißen	2.F.8f	CS				NO	1	NO
Optische Glasfasern	2.F.8g	CS				0,7	NO	NO
Photovoltaik	2.F.8h	CS				0,5	NO	NO

Equ. = Equation; Gleichung aus den IPCC GPG (2000)

Halogenierte Kohlenwasserstoffe und SF_6 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) oder modelliert (M).

Die in einem Berichtsjahr langsam aus dem „stock“ entweichenden, sowie bei der Herstellung und Entsorgung emittierenden Mengen an HFKW, FKW und SF_6 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 Durchschnittwertes 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.

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:
   $EM_{Herstellung} = EF_{Herstellung} * \text{Inlands-Neuverbrauch}$

   Gleichung 1

2. Anwendungsemissionen basieren auf dem mittleren Jahresbestand an Schadstoff als Aktivitätsrate und werden mit nach folgender Formel berechnet:
   $EM_{Anwendung} = EF_{Anwendung} * \text{Bestand}$

   Gleichung 2

   Dieser 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:
   $EM_{Entsorgung} = EF_{Entsorgung} * \text{Neuzugang}(n-X)$

   Gleichung 3

Bereits bei der letzten Berichterstattung wurden die Daten für die Jahre 1991 bis 1994 vervollständigt, soweit ein Einsatz von HFKW in dieser Zeit bereits stattgefunden hatte. Die

Daten beruhen auf verschiedenen Forschungsberichten sowie Gesprächsprotokollen aus dem Jahr 1996 und wurden vom externen Sachverständigen im Jahr 2005 soweit möglich überprüft. Sie sind in dem Forschungsbericht „Erhebung von Inventargasen (F-Gasen)“ vom Januar 2007 dokumentiert.

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.

4.6.1 Kälte und Klimaanlagen (2.F.1)

4.6.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.1)

Dieser Bereich wird in die Teilgruppen Haushaltskälte, Gewerbekälte, Transportkälte, Industriekälte, stationäre Klimaanlagen und Raumklimageräte und in mobile Klimaanlagen (siehe Tabelle 69) 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 Klimaanlagen werden je nach Gruppe Einzeldaten erhoben oder Kältemittel-Modelle genutzt und bei der jeweiligen Methode beschrieben.

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind das Ergebnis von Expertenbefragungen. Die Emissionsfaktoren für die Entsorgung entsprechen den Standard-Werten der IPCC Guidelines von 1996.

Entsorgungsemissionen traten bei einigen Unterquellgruppen erstmals im Jahr 2003 auf.

4.6.1.2 Methodische Aspekte (2.F.1)

4.6.1.2.1 Haushaltskälte (2.F.1.a)

1994 stellten inländische Produzenten von Haushalts-, Kühl- und Gefriergeräten von FCKW-12 auf HFKW-134a um und kurze Zeit später auf Isobutan. Ein geringer Anteil Geräte 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 Haushalts-Kühl- und Gefriergeräten werden auf 0,3 % geschätzt und liegen damit im Bereich des von IPCC–GPG (2000) in Tabelle 3.22 angegebenen Wertebereichs.

Aktivitätsdaten

Der jährliche Neuzugang von 1 % der Neugeräte ist eine Schätzung führender Kühlgerätehersteller.

4.6.1.2.2 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 R-404A kam erst ab 1994 stärker zum Einsatz. Der Anteil von R-407C am Kältemittelmarkt in der Gewerbekälte wird für das Jahr 1994 noch auf weniger als 1% geschätzt.

Heute ist das wichtigste HFKW-Kältemittel für stationäre Kälteanlagen die Mischung R-404A, noch vor dem HFKW-134a. Auch die Mischungen R-407C und R-508B 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 Gewerbekälte erstmalig im Jahr 2003 auf. Diese werden durch Gleichung 3 errechnet.

Emissionsfaktoren

Die Befüllungsemissionen sind bei kältetechnischen Anlagen im Allgemeinen gering. Die verwendeten Emissionsfaktoren sind außer für den $EF_{Entsorgung}$ das Ergebnis von Expertenbefragungen und Literaturauswertungen.

IPCC-GPG gibt für „initial emission“ 0,5 bis 3 Prozent der Erstbefüllung an, so dass der länderspezifische $EF_{Herstellung}$ weit darunter liegt.

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.

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.

4.6.1.2.3 Transportkälte (Kühlfahrzeuge und –container) (2.F.1.c)

HFKW werden in Kühlfahrzeugen seit 1993 als Kältemittel eingesetzt. Heute kommen als Kältemittel in Kühlfahrzeugen überwiegend R404A, R134A 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 Kältemittelemissionen 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. Es wird aber auch zum Teil R404A eingesetzt.

Es wird folgendes Kältemodell 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 5t zulässigem Gesamtgewicht das Kältemittel R404A eingefüllt. Bis 2005 wurde ausschließlich R134a eingesetzt.
- 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 erstmalig im Jahr 2003 auf, müssen aber noch für Kühlfahrzeuge in der Datenbank aufgenommen werden.

Der HFKW-Neuzugang (Erstbefüllungen) für Kühlcontainer wird mit Hilfe der jährlichen Stückzahlen aus der Weltproduktion in Kombination mit den Füllmengen und den Kältemittelanteilen ermittelt.

Im IPCC-GPG (2000) wird ein bottom-up Ansatz formuliert, der sich aber nur auf Kühlfahrzeuge auf der Straße bezieht.

Emissionsfaktoren

Die den Emissionsdaten zugrunde liegenden EF sind in Tabelle 69 wiedergegeben. Die verwendeten Emissionsfaktoren sind außer für den $EF_{Entsorgung}$ das Ergebnis von Expertenbefragungen.

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 R12-Anlagen verstanden. Die Emissionen liegen damit an der unteren Grenze des im IPCC-GPG (2000) angegebenen Standardwertes, wohingegen die Lebensdauer höher als die vorgeschlagene ist.

Gegenüber den laufenden Bestandsemissionen sind Befüllverluste gering. Die Kältemittelverluste beim Befüllen 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 fallen in Deutschland nicht an.

Aktivitätsdaten

Die Zulassungszahlen nach Gewichtsklassen stammen aus den statistischen Mitteilungen des Kraftfahrt-Bundesamtes. Füllmengen der Kälteaggregate, verwendete Kältemittel und Details zum R12-Ersatz stammen von Experten der wichtigsten Anbieter von Fahrzeug-Kälteanlagen.

Der Kältemittel-Neuzugang bei Kühlcontainern wird extern ermittelt anhand eines Kältemittelmodells, ausgehend von dem weltweiten Neuzugang an Kühlcontainern. Ein Anteil von 10 % wird Deutschland zugerechnet.

4.6.1.2.4 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.

4.6.1.2.5 Stationäre Klimaanlagen (2.F.1.e)

Zu Stationären Klimaanlagen zählen Raumklimaanlagen, stationäre Klimaanlagen zur Klimatisierung ganzer Gebäude oder großer Säle sowie Wärmepumpenanlagen.

4.6.1.2.5.1 Raumklimageräte

Raumklimageräte dienen der Temperierung der Innenraumluft einzelner Räume oder ganzer Stockwerke und liegen von der Leistung her unter den Großklimaanlagen.

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

Folgendes Kältemodell wird angewendet:

- Die Raumklimageräte werden in vier Kategorien eingeteilt, deren jeweilige Absatzmenge jedes Jahr durch Anbieterbefragung ermittelt wird: mobile Geräte, Splitgeräte, Multi-Split-Geräte und VRF-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 Split- und Multi-Split-Geräte werden aufgrund ihrer geringen Menge im Modell nicht berücksichtigt. Anders ist die Situation bei den VRF-Systemen. Hier gehen wir auf der Grundlage von Expertenbefragungen von 5 g Installationsverlusten pro Innengerät aus.
- Bestandsemissionen werden nach Gleichung 2 berechnet.
- Entsorgungsemissionen treten bisher nicht auf.

Der länderspezifische Emissionsfaktor liegt im mittleren Bereich des im IPCC-GPG (2000) vorgeschlagenen Wertebereichs; die geschätzte Lebensdauer von 10 Jahren an der unteren Grenze.

Emissionsfaktoren

Die laufenden HFKW-Emissionen aus Raumklimageräten werden für alle Ausführungen (Mobil, Split, Multi-Split und VRF-Geräte), Größen und Kältemittel-Typen auf 2,5 % geschätzt.

4.6.1.2.5.2 Großklimaanlagen

Das wichtigste Kältemittel ist R407C; in Turboanlagen kam bis 2004 ausschließlich HFKW-134a zum Einsatz. 2005 wurde HFKW-134a durch das Gemisch R410A komplett ersetzt.

Es wird folgendes Kältemodell angewendet:

- Stationäre Klimaanlagen werden in drei Kategorien eingeteilt, deren Anzahl an Neuanlagen jedes Jahr durch Expertenbefragung ermittelt werden: 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 „Anzahl Neuanlagen“ mit dem $EF_{Herstellung}$ errechnet.
- Bestandsemissionen werden gemäß Gleichung 2 errechnet.
- Entsorgungsemissionen treten bisher nicht auf.

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.

Der Befüllungsverlust liegt weit unter dem Wertebereich, der im IPCC-GPG (2000) angegeben wird. Außerdem bezieht er sich nicht auf die Füllmenge, sondern wird als fester Verlust pro Anlage angegeben.

Emissionsfaktoren

Der verwendete Emissionsfaktor ist 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).

Aktivitätsdaten

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

4.6.1.2.5.3 Wärmepumpenanlagen

Mittel eines Kältemittelkreislaufes wird aus der Umgebungswärme in Luft, Erdreich oder Grundwasser Nutzwärme zur Heizung oder Klimatisierung von Innenräumen sowie für die Bereitstellung von Warmwasser erzeugt.

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 werden die Entsorgungsemissionen erst ab dem berichteten Jahr 2010berichtet.

4.6.1.2.6 Mobile Klimaanlagen (2.F.1.f)

Mobile Klimaanlagen sind Fahrzeugklimaanlagen in Personenkraftwagen (PKW), Lastkraftwagen (Lkw) bzw. Nutzfahrzeugen (Nfz), Bussen, Landmaschinen, Schienenfahrzeugen und auf Schiffen. Teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW) werden seit 1993 in mobilen Klimaanlagen eingesetzt. Heute wird fast 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 Klimaanlagen 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 Klimaanlagen 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 (PKW) und den Angaben der Branchenexperten.
- Ermittlung der jährlichen Neuinstallationen von Klimaanlagen 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 134a für jeden Bereich aus den Angaben zuvor, sowie des Endbestands und des mittleren Bestands für jeden Bereich.
- Bestandsemissionen werden durch Multiplikation des „mittleren Jahresbestands“ für jeden Bereich mit dem jeweiligen $EF_{Anwendung}$ errechnet. Ermittlung des inländischen Verbrauchs an 134a zur Herstellung von mobilen Klimaanlagen.
- Herstellungsemissionen werden in Gleichung 1 errechnet.
- Entsorgungsemissionen traten erstmalig im Jahr 2003 auf. Diese werden durch Gleichung 3 errechnet.

Emissionsfaktoren

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind das Ergebnis von Literaturauswertungen (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 Werkstattdokumentationen 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 wurde rückwirkend von 0,25 auf 0,3 erhöht 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.

4.6.1.3 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.

Aufgrund der genannten Unsicherheit bei den Emissionsfaktoren, aber auch aufgrund der Vielzahl von Einzelanwendungen (Anlagen) wird für die Emissionsdaten noch Präzisierungsbedarf gesehen. Zur Verbesserung der Angabensicherheit wurden die Daten mit den Verkaufsdaten (stoffbezogen) der Hersteller abgeglichen.

Bis zum Berichtsjahr 2001 hatte Deutschland nur aggregierte Emissionen über alle Untergruppen gemeldet. Im Rahmen der Emissionserhebung für die Jahre 1999 bis 2001 und die Emissionserhebung für das Berichtsjahr 2002 wurden auch die Emissionen der Berichtsjahre 1995 bis 1998 überprüft und aufgrund neuer Erkenntnisse zu Einsatzmengen und Emissionsfaktoren aktualisiert. Alle Daten unterliegen weiterhin einer kontinuierlichen Verbesserung.

Die Datenqualität der Emissionen aus mobilen Klimaanlagen ist 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 Klimaanlagen und der zugehörigen Füllmengen statistisch recht genau ermittelt werden. Lediglich bei den Nutzfahrzeugen sind die Angaben mit größeren Unsicherheiten behaftet.

Auf der Grundlage der Ergebnisse des Gutachtens des Umweltbundesamtes (ÖKO-RECHERCHE, 2001) und einer EU-Studie über Leckageraten mobiler Klimaanlagen (ÖKO-RECHERCHE / ECOFYS, 2003) wurden die bis dahin angenommenen Emissionsfaktoren bestätigt. Insgesamt werden die EF als genau bewertet.

Eine Quantifizierung der Unsicherheiten für die gesamte Unterquellgruppe Kälte- und Klimaanlagen ist weitgehend für die Berichterstattung 2009 erfolgt. Für die Kühlfahrzeuge ist die Quantifizierung der Unsicherheiten für die Berichterstattung 2010 geplant.

4.6.1.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.1 alle)

In der Gewerbekälte wurde für das Berichterstattung 2009 eine Rekalkulation bei der verwendeten Menge an R508B vorgenommen. Dadurch ergeben sich Veränderungen bei den R23 und R116-Daten. Für 2007 wurden diese Daten gegenüber den Vorjahren reduziert, da seit diesem Jahr erstmals Daten des Statistischen Bundesamtes vorliegen.

Bei der Industriekälte wird seit der Berichterstattung 2009 die Entsorgung mit berücksichtigt. Es wurden dadurch Rekalkulationen für die Jahre 2003 bis 2006 erforderlich.

In den Berechnungen der Emissionen für die PKW-Klimaanlagen waren Berechnungsfehler enthalten. Ihre Korrektur machte eine Rekalkulation der gesamten Daten erforderlich

Bei Klimaanlagen von Nutzfahrzeugen wird seit der Berichterstattung 2009 nicht mehr von einer Lebensdauer von 12 Jahren ausgegangen. Die nach unten korrigierte Lebensdauer von 10 Jahren machte Rekalkulationen der Daten für die Jahre von 2003 bis 2006 erforderlich.

Aufgrund einer Überprüfung der Datenerhebung mussten die Daten der Klimaanlagen von Schienenfahrzeugen für die Jahre 2000 bis 2006 rekalkuliert werden. Seit dem Berichtsjahr 2007 wird die seit dem Jahr 2000 praktizierte Klimatisierung von Straßenbahnen berücksichtigt.

Bei Klimaanlagen von Schiffen wird seit der Berichterstattung 2009 berücksichtigt, dass Frachtschiffe auf See bereits 1997 mit Klimaanlagen ausgestattet wurden, nicht erst im Jahr 2000. Dadurch wurden Rekalkulationen der Daten für die Jahre 1997 bis 2006 erforderlich.

Bei den Kühlfahrzeugen wird seit dem berichteten Jahr 2006 in den kleinen Fahrzeugen mit bis zu 5t zulässigem Gesamtgewicht zu 50% R404A eingesetzt. Dadurch reduziert sich der mittlere Bestand und die Emissionen für R134a im Jahr 2006. Zusätzlich wurde der Emissionsfaktor für die kleinen Fahrzeuge von 15 auf 30% hochgesetzt.

4.6.1.5 Geplante Verbesserungen (2.F.1 alle)

Es ist für die nächste Berichterstattung eine Überprüfung und Aktualisierung der Modellannahmen für die Gewerbekälte, Industriekälte, Kühlfahrzeuge und stationäre Klimaanlagen geplant.

Für Haushaltskühlgeräte ist ab dem nächsten Jahr die Entsorgung der Altgeräte nach einer durchschnittlichen Lebenszeit von 15 Jahren zu berücksichtigen.

Noch fehlende Unsicherheiten sind im nächsten Jahr zu vervollständigen.

4.6.2 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.

4.6.2.1 PU-Schaumprodukte (2.F.2)

4.6.2.1.1 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 nach 1995 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 den HFKW-134a und 152a 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 Hartschäumen ist ab 2004 eingestellt.

4.6.2.1.2 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 entsprechen weitgehend den in den IPCC-GPG (2000) angegebenen Standardwerten. Sie wurden jedoch mit den 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.

4.6.2.2 PU-Montageschaum (2.F.2)

4.6.2.2.1 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 bereits seit 1992 eingestzt, HFKW-152a findet seit 2002 als Ersatz für HFKW-134a Verwendung.

4.6.2.2.2 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 $EF_{Herstellung}$ wurde durch Experten- und Herstellerbefragung ermittelt.

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
- HFKW-Gehalt je Dose in Gramm
- Anteil der HFKW-Typen in Prozent
- 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
- Anzahl der jährlich in Deutschland verkauften Dosen mit dem Treibmittel 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.

4.6.2.3 XPS-Hartschaum (2.F.2)

4.6.2.3.1 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 CO_2/Ethanol eingesetzt wurde. Zum Einsatz kommen HFKW-152a und 134a, entweder allein oder als Gemisch.

4.6.2.3.2 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 CEFIC[32] respektive deren Branchengruppe EXIBA[33] gemeldet.

Auffangen und Rückgewinnung der HFKW wurden erprobt, bislang aber aus technischen und ökonomischen Gründen nicht umgesetzt.

Anwendungsemissionen errechnen sich aus dem mittleren inländischen HFKW-Bestand in XPS-Dämmstoffen. Dieser erhöht sich jährlich nur durch Neuzugänge von 134a-haltigen Dämmplatten. Abgänge vom Bestand spielen bei einer Lebensdauer von 50 Jahren noch keine Rolle. Der HFKW-Neuzugang entspricht nicht dem jährlichen Neuverbrauch abzgl. der Herstellungsemissionen. Denn durch den Außenhandel, besonders dem Export von 134a-haltigem XPS, bilden nur 25 % (Kehrwert der Exportquote) des in den Produkten enthaltenen HFKW-134a einen Neuzugang zum inländischen HFKW-Bestand.

Entsorgungsemissionen sind bisher nicht relevant.

Emissionsfaktoren

Die Herstellungsemissionen (HFKW-Erstjahresverlust) für HFKW-152a betragen praktisch 100 %, 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 $EF_{Herstellung}$ von HFKW-134a wird empirisch bestimmt und variiert zwischen 0,26 und 0,3. Die beiden $EF_{Herstellung}$ werden vom Fachverband CEFIC[34] bzw. deren Branchenverband EXIBA[35] mitgeteilt.

Der Sprecher des Fachverbands Polystyrol-Extruderschaumstoff e.V. (FPX) schätzte die jährlichen Ausgasungen von eingeschlossenem HFKW-134a-Zellgas im Jahr 2002 auf unter 1 %. Dem zugrunde liegt u.a. eine interne Studie der BASF über die Halbwertzeit verschiedener Zellgase, u.a. auch HFKW-134a und HFKW-152a (WEILBACHER 1987). Der $EF_{Anwendung}$ aus dieser Laborstudie wird 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 Außenhandelssaldo für HFKW-134a-haltige Dämmplatten stammen vom europäischen Fachverband (CEFIC bzw. EXIBA).

4.6.2.4 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.2)

Eine systematische Quantifizierung der Unsicherheiten für die Unterquellgruppe Schäume ist erfolgt.

[32] CEFIC – The European Chemical Industry Council

[33] EXIBA – European Extruded Polystyrene Insulation Board Association

[34] CEFIC – The European Chemical Industry Council

[35] EXIBA – European Extruded Polystyrene Insulation Board Association

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; eine Quantifizierung ist noch nicht erfolgt.

Die Einsatzmengen der beiden HFKW-152a und 134a (AR) zur Produktion von XPS-Hartschaum werden seit 2001 vom Fachverband recherchiert. Da es nur drei Hersteller gibt, die HFKW für die XPS-Schäumung einsetzen, ist an der Datensicherheit der Aktivitätsdaten wenig zu zweifeln. Dies gilt auch für die Exportquote und die ermittelten HFKW-Herstellungsemissionen beim Einsatz von HFKW-134a.

Die Fertigungsemissionen bei der Anwendung des HFKW-152a von 100 % stimmen nicht mit den bisherigen IPCC-Schätzungen überein, wurden jedoch vom Fachverband als realistisch präsentiert.

Die durch eine Laborstudie erhaltene Emissionsrate aus dem laufenden Bestand wird angewendet, solange es keine zuverlässigen Messungen an wirklich genutzten Dämmplatten gibt, die in der Aussagekraft noch höher zu bewerten wären als Laborwerte.

4.6.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.2)

Bei Hartschaumprodukten wurden die Daten von 2006 rekalkuliert, da aufgrund einer Überprüfung der Datenerhebung Korrekturen vorgenommen werden mussten.

Bei PU-Montageschaum wurde der Emissionsfaktor $EF_{Herstellung}$ nach Rücksprache mit Experten in der Berichterstattung 2009 rückwirkend für die Jahre ab 2003 verändert. Aufgrund einer Überprüfung der Datenerhebung und eines Datenabgleichs mit einem Recyclingunternehmen (PDR) für PU-Schaumdosen wurden Rekalkulationen der Daten von PU-Montageschaum ab 2002 erforderlich.

Das zur Berechnung der Emissionen von XPS-Hartschaum verwendete Berechnungsverfahren wurde vereinfacht, da Inlands-Neuverbräuche der HFKW direkt vom Verband berichtet werden und nicht mehr aus den produzierten Gesamtvolumina an XPS-Dämmstoff (in m^3) berechnet werden müssen. Eine Datenrekalkulation war nicht erforderlich.

4.6.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.F.2)

Für die nächste Berichterstattung ist eine Überprüfung und Aktualisierung der Modellannahmen für PU-Montageschaum geplant.

4.6.3 Feuerlöschmittel (2.F.3)

4.6.3.1 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, CO_2 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. 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.

4.6.3.2 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 vorliegen, wird ein bottom-up Ansatz gewählt. Im Gegensatz zum top-down Ansatz der IPCC-GPG (2000) werden Befüllungsemissionen berücksichtigt.

Die durchschnittliche Lebensdauer von Feuerlöschanlagen beträgt bis zu 35 Jahre.

Emissionsfaktoren

Die $EF_{Herstellung}$ basieren auf Expertenschätzungen.

Ein $EF_{Anwendung}$ 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.

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, die sich am HFKW-227ea orientieren.

4.6.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.3)

Eine systematische Quantifizierung der Unsicherheiten für die Unterquellgruppe Feuerlöschmittel ist erfolgt.

4.6.3.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.3)

Die Werte für R227ea wurden ab 2006 rekalkuliert, da die Firma ihren Marktanteil reduziert hat.

4.6.3.5 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.F.3)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.6.4 Aerosole (2.F.4)

In diesen Bereich fallen die Dosieraerosole (MDI), die im medizinischen Bereich angewendet werden, sowie die allgemeinen Aerosole und die sogenannten Novelty-Aerosole.

4.6.4.1 Dosieraerosole (2.F.4.a)

4.6.4.1.1 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 auch ab 1999 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.

4.6.4.1.2 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 $EF_{Herstellung}$ basiert auf im Betrieb sehr exakt ermittelten Befüllemissionen. Diese betragen etwa 1 %, bezogen auf den Neuverbrauch zur Befüllung. Das entspricht etwa 0,15 g pro 10 ml-Dose.

Es wird in Übereinstimmung mit den IPCC Vorgaben (1996b, Seite 2.61) von einer 100 %-igen Emission ausgegangen ($EF_{Anwendung}$ = 1). Inhalierte 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 basieren auf Verkaufszahlen (Apothekenverkäufe) von Dosieraerosolen in Deutschland, die über Befragungen der Produzenten erhoben wurden. Dabei werden die gesamte Stückzahl, die durchschnittliche Füllmenge in ml und das eingesetzte Treibgas zur Aufbereitung herangezogen.

4.6.4.2 Sonstige Aerosole (2.F.4.b)

4.6.4.2.1 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.

Der Einsatz des HFKW-134a beginnt im Jahr 1992. Die Daten vor 1995 basieren auf Expertenschätzungen.

Die inländische HFKW-Abfüllmenge ist seit 1995 konstant. Hinzu kommen so genannte Novelty-Aerosole (künstlicher Schnee, Luftschlangensprays u.a.), die etwa 100 t HFKW/Jahr emittieren. Sie werden aber in Deutschland nicht hergestellt.

4.6.4.2.2 Methodische Aspekte (2.F.4.b)

Importe und Exporte halten sich die Waage, so dass der Inlandsmarkt mit dem Verbrauch für die inländische Abfüllung gleichgesetzt werden kann. Der inländische Verbrauch richtet sich nach im Inland abgefüllten Dosen, unabhängig davon, wo diese angewendet werden.

Emissionsfaktoren

Es wird analog den IPCC Vorgaben (IPCC-GL 1996b, 2.61) sachgerecht von einer 100 %-igen Emission ausgegangen ($EF_{Anwendung}$ = 1). Von der in Deutschland abgesetzten Zahl von Dosen wird angenommen, dass eine Hälfte noch im gleichen und die andere Hälfte im folgenden Jahr verbraucht wird wie in IPCC-GPG (2000).

$EF_{Herstellung}$ basiert auf Expertenschätzungen.

Aktivitätsdaten

Entsprechend einem bottom-up-Ansatz stammen sämtliche Mengendaten direkt von Produzenten, Abfüllern und Betreibern, bzw. Branchenvereinigung. Für allgemeine Aerosole kommen noch Befüllungsemissionen (= Herstellungsemissionen) hinzu. Grundlage für eine Schätzung ist EU-weites Datenmaterial.

4.6.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.4 alle)

Der Zuschlagsfaktor für Krankenhäuser und Ärztemuster kann von den 13% um 2% nach oben oder unten abweichen.

Die Unsicherheiten sind vollständig ins ZSE eingegeben worden.

Gegenüber den Emissionsangaben zu Dosieraerosolen werden die Angaben für die sonstigen Aerosole als nicht sehr gut bewertet, da aufgrund der Vielzahl von Produkten der Marktüberblick begrenzt ist. Auch sind hohe Importmengen, vor allem bei den „Novelties“ problematisch. Derzeit können die Unsicherheiten nicht quantifiziert werden.

Da der Umstieg von FCKW auf chlorfreie Treibgase bereits Anfang der 90er Jahre vollendet war, ist die Zeitreihe seit 1995 weitgehend unverändert.

4.6.4.3.1 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.4 alle)

Aufgrund neuer Erkenntnisse durch die Erhebungen des Statistischen Bundesamtes wurde der Verbrauch an Medizinalsprays für das Jahr 2006 rekalkuliert. Änderungen in den Daten haben sich auch bei den „Allgemeinen Aerosolen“ ergeben. Hier mussten Berechnungsfehler korrigiert werden.

4.6.4.3.2 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.F.4 alle)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.6.5 Lösemittel (2.F.5)

4.6.5.1 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.

4.6.5.2 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 bei den sonstigen Aerosolen mit HFKW-134a aufsummiert.

4.6.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.5)

Die Unsicherheiten für die Unterquellgruppe Lösemittel wurden vollständig erfasst.

4.6.5.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.5)

Rückrechnungen sind nicht durchgeführt worden.

4.6.5.5 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.F.5)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.6.6 Halbleiterproduktion (2.F.6)

4.6.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.6)

In der Halbleiterindustrie emittieren gegenwärtig FKW (CF_4, C_2F_6, C_3F_8, c-C_4F_8), HFKW (CHF_3), Stickstoff-Trifluorid (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 Zeitreihe der FKW zeigt einen kontinuierlichen Anstieg der Emissionen bis zum Jahr 2000, da die Zahl der berichtenden Unternehmen zugenommen hat. Darunter sind nicht nur neugebaute Fabriken, sondern auch solche, die schon 1995 produzierten, aber noch nicht am Monitoring teilnahmen (Hochrechnungen wurden nicht durchgeführt). Darum sind die Emissionen vor 1999 systematisch zu niedrig. Danach ist der Anstieg im Wesentlichen auf eine gesteigerte Produktion zurückzuführen.

4.6.6.2 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. Außerdem muss ein Rückstand von ca. 10 % pro Gasflasche als Nicht-Verbrauch beachtet werden.

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.

4.6.6.3 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.6)

Rückrechnungen sind nicht durchgeführt worden.

4.6.6.4 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.F.6)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.6.7 Elektrische Betriebsmittel (2.F.7)

4.6.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.7)

In der elektrischen Energieübertragung und -verteilung findet SF_6 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 SF_6-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 SF_6 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 SF_6 Schäume substituiert werden. Dadurch konnten, bei weiter steigender Produktion, die spezifischen Emissionsraten und auch die absoluten Emissionen weiter gesenkt werden.

4.6.7.2 Methodische Aspekte (2.F.7)

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 SF_6-Bestand, der im Mittel des Jahres n besteht.

Der SF_6-Endbestand in der Gesamtheit der elektrischen Betriebsmittel eines bestimmten Jahres n verändert sich jährlich um den Saldo aus Zugang und Abgang. Vereinzelte Abgänge (Hochspannung) werden seit 1997 registriert; ein verstärktes Ausscheiden von Hochspannungsschaltanlagen und -geräten der ersten Generation ist bei einer auf mindestens 40 Jahre geschätzten Lebensdauer erst nach 2010 zu erwarten.

Drei Besonderheiten sind bei der Berichterstattung zu Schaltanlagen zu beachten:

- Die Berechnung des Endbestandes für jedes Jahr n basiert zwar jeweils auf dem Endbestand des Vorjahres (n-1), jedoch nicht bis zum allerersten Einsatzjahr. Dieses sonst übliche Verfahren entfällt bei Schaltanlagen, weil die Betreiber/Hersteller den SF_6-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 SF_6 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 SF_6 Ende der 60er Jahre kommt es heute erst in geringem Umfang zu Entsorgungsemissionen. Aus Altanlagen (Hoch- und Mittelspannung) zur Entsorgung anstehende SF_6-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 der nachstehenden Tabelle sind die Inventardaten 2007 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.

Quellgruppe 2.F8 - Elektrische Betriebsmittel der Energieübertragung und -verteilung mit Unterquellgruppen - Inventar 2007	Aktivitätsdaten			Emissionen	
	Jahresverbrauch Herstellung	Bestand	Außer Betrieb genommen	Herstellung	Betrieb
	(Tonnen SF_6)				
Elektrische Betriebsmittel der Energieübertragung und -verteilung 2.F.8 (Summe), darin:	742,8	1762,7	7,3	17,6	7,98
MS Schaltanlagen und -geräte (in hermetisch abgeschlossenen Drucksystemen)*	163,8	685,97	0,28	1,31	0,69
HS Schaltanlagen und -geräte (in geschlossenen Drucksystemen))**	514,1	931,5	7,03	6,35	6,89
Zwischensumme: HS- und MS-Schaltanlagen und -geräte	677,9	1617,47	7,31	7,66	7,58
Sonstige Elektrische Betriebsmittel ***	65,8	145,2	IE	9,87	0,41

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)

4.6.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.7)

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 ± 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 ±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 ± 5 %. Alle bisherigen Erhebungen führten zu nahe beieinander liegenden Größenordnungen für die

Emissionsraten, die zwischen 0,75 und 0,88 % betrugen. Die einmalige Spitze bei der Emissionsrate von Hochspannungs- Schaltanlagen in 2004 erklärt sich aus Sonderereignissen; im Wesentlichen dem zeitgleichen Nachfüllen von alten, weniger dichten Anlagen älterer Bauart.

Beim HS-Bestand und damit auch bei den Emissionen, die sich beide seit 1995 grundsätzlich erhöhen, gibt es im Jahr 2000 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 ± 5 % beim HS-Bestand ausgegangen werden.

Die Emissionsrate 0,1 % in der Mittelspannung ist für den Bestand der letzten Jahre als akzeptabel zu bewerten.

4.6.7.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.7)

Rückrechnungen sind nicht durchgeführt worden.

4.6.7.5 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.F.7)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.6.8 Sonstige (2.F.8)

Diese Quellgruppe umfasst die Anwendungen in Isolierglasfenstern (2.F.8.a Isolierglasfenster), Autoreifen (2.F.8.b Autoreifen), Sportschuhen (2.F.8.c Sportschuhe), als Spurengase (2.F.8.d Spurengas), in Radaranlagen (2.F.8.e AWACS Wartung), beim Schweißen (2.F.8.f Schweißen), bei der Herstellung optischer Glasfasern (2.F.8.g optische Glasfasern) und in der Solartechnik (2.F.8.h Photovoltaik).

4.6.8.1 Isolierglasfenster (2.F.8.a)

4.6.8.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.a)

SF_6 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 SF_6 Die Verschiebung der Priorität in Richtung Wärmeschutz, z. B. durch die Wärmeschutzverordnung und ein Bedeutungszuwachs SF_6-freier Scheibentechnologien haben dazu geführt, dass der Einsatz von SF_6 in dieser Anwendung seit Mitte der 90er Jahre zurück geht.

Schallschutzscheiben werden in Deutschland in zahlreichen Betrieben hergestellt und gegebenenfalls 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 aber vorwiegend aus der offenen Entsorgung alter Fensterscheiben, angenommene 25 Jahre nach der Befüllung. Aus diesem Grund werden die Gesamtemissionen bis zum Jahr 2020 weiter zunehmen.

4.6.8.1.2 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 SF_6-Verbrauch entweicht laut Expertenangaben von Scheiben- und Gasfüllgeräteherstellern, Branchenexperten und eines wissenschaftlichen Instituts bei der Befüllung des Scheibenzwischenraums ein Drittel. $EF_{Herstellung}$ ist daher 33 % bezogen auf den Jahres-Neuverbrauch.

Dieser Emissionsfaktor kommt folgendermaßen zustande: Sowohl bei Handgeräten als auch bei automatischen Gasfüllpressen sind Verwirbelungen im Innenraum unvermeidlich, so dass nicht nur Restluft, sondern auch ein Luft-SF_6-Gemisch austritt, und zwar umso mehr davon, je weiter fortgeschritten der Befüllungsvorgang ist. Der Gasverlust, die sog. Überfüllung, reicht von 20 bis 60 % der Einfüllmenge. Relativ ist er umso größer, je kleiner die Scheibe ist. Im Durchschnitt, d.h. über das gesamte Spektrum der befüllten Scheibenformate, beträgt die Überfüllung 50 % auf die tatsächlich im Scheibenzwischenraum verbleibende Menge. Das entspricht einem Drittel (33 %) der jeweiligen Verbrauchsmenge. Der Emissionsfaktor wird unverändert weiterbenutzt, da sich die Befüllungstechnik oder auch das geometrische Spektrum der Scheiben nicht verändert hat.

Eine DIN-Norm (DIN EN 1279-3, DIN 2003) schreibt 10 Promille jährlichen Verlust der Gasfüllung durch die Randabdichtung der Scheibe als Obergrenze vor. Dieser Wert bezieht auch Gasverlust infolge von Glasbruch bei Transport, Einbau und Nutzung sowie der mit dem Alter zunehmenden Undichtheit des Randverbunds mit ein. Daraus resultiert ein Emissionsfaktor $EF_{Anwendung}$ von 1 % bezogen auf den seit 1975 akkumulierten SF_6-Bestand, der im Durchschnitt des Jahres n besteht.

Entsorgungsverluste fallen am Ende der Nutzungsphase der Scheiben an, durchschnittlich 25 Jahre nach der Befüllung. Darum sind erst ab dem Jahr 2000 Abgänge durch Entsorgung bei den Emissionen zu berücksichtigen.

Da die Scheiben in jedem Jahr 1 % Gas vom Vorjahreswert verlieren, wird bei der Entsorgung nur ein Teil der ursprünglichen Füllung emittiert. Da aber keine Rückgewinnung stattfindet, erfolgt eine 100%ige Emission ($EF_{Entsorgung}$ = 1).

Aktivitätsdaten

Der Jahres-Neuverbrauch wird mittels top-down-Erhebung gewonnen (Inlandsabsatz des Gasehandels). Eine Gegenprobe mittels bottom-up Erhebung (Einkaufsdaten der Hersteller) entfällt aus praktischen Gründen, da die Anzahl der Hersteller mit fast 400 zu groß ist. Seit 2006 erfolgt ein Datenabgleich des Jahres-Neuverbrauchs mit den vom Statistischen Bundesamt durchgeführten jährlichen Erhebungen.

4.6.8.2 Autoreifen (2.F.8.b)

4.6.8.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.b)

Autoreifen wurden aus Imagegründen (die verbesserte Druckkonstanz ist nicht praxisrelevant) ab 1984 mit SF_6 befüllt. Der größte Verbrauch lag im Jahr 1995. Hier bestand bei über 500 der rund 3500 Verkaufsstellen des deutschen Reifenfachhandels die Möglichkeit, die Reifen mit SF_6-Gas zu befüllen. Wegen des großen Treibhauspotenzials von SF_6 stiegen viele Reifenhändler auf Stickstoff als Befüllungsalternative um, was zu einem deutlichen Rückgang geführt hat. Seit dem 4. Juli 2007 gilt in der EU ein Verbot für das Inverkehrbringen von Autoreifen, die mit fluorierten Treibhausgasen befüllt wurden. Heutige Emissionen stammen zum überwiegenden Teil aus alten Reifenbefüllungen.

4.6.8.2.2 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 des IPCC-GPG (2000) angewendet.

Emissionsfaktoren

Die sehr geringen Verluste bei der Reifenbefüllung werden nicht berücksichtigt. Da SF_6 bei der Reifendemontage vollständig entweicht, gilt $EF_{Entsorgung}$=1.

Aktivitätsdaten

Die jährlichen Verbrauchsmengen werden durch Abfragen der Inlandsabsätze der Gaslieferanten an Reifenhändler und Kfz-Werkstätten festgestellt. Seit 2006 erfolgt ein Datenabgleich der Verbrauchsmengen mit den vom Statistischen Bundesamt durchgeführten jährlichen Erhebungen.

4.6.8.3 Sportschuhe (2.F.8.c)

4.6.8.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.c)

Der Einsatz von SF_6 erfolgte in den Sohlen von Sportschuhen zur Verbesserung der Dämpfung; das letzte Mal europaweit im Jahr 2003. Ab 2004 wurde FKW-218 eingesetzt, letztmals im Jahr 2006. Heute wird größtenteils Stickstoff verwendet. In Deutschland gibt es keine Herstellung von Sportschuhen mit SF_6 in der Sohle. Das Inverkehrbringen von mit fluorierten Treibhausgasen hergestellter Fußbekleidung in die EU ist seit dem 4. Juli 2006 verboten.

4.6.8.3.2 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 Produktion von SF_6 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 ($EF_{Entsorgung}$ = 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.

4.6.8.4 Spurengas (2.F.8.d)

4.6.8.4.1 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 eingesetzt.

4.6.8.4.2 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 ($EF_{Herstellung}$ = 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. Seit 2006 erfolgt ein Datenabgleich mit den vom Statistischen Bundesamt durchgeführten jährlichen Erhebungen. Ab dem Berichtsjahr 2007 ist der inländische Gesamteinsatz von SF_6 als Spurengas gegenüber den Vorjahren stark reduziert.

4.6.8.5 AWACS Wartung (2.F.8.e)

4.6.8.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.e)

SF_6 wird in den großen militärischen Aufklärungsflugzeugen vom Typ Boing E-3A (ehemals AWACS) als Isolationsmedium für das Radar eingesetzt. Es soll elektrische Überschläge in den Hohlleitern zur Antenne verhindern, in denen hohe Spannungen von über 135 kV herrschen. Die laufenden Emissionen sind sehr hoch, da bei Aufstieg des Flugzeugs SF_6 zum Druckausgleich abgelassen wird.

4.6.8.5.2 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 SF_6-Jahresbedarf der NAEWF wird von Experten als konstant angesehen.

Daten zur AWACS-Wartung werden unter CRF 2.G zusammen mit denen von Sportschuhsohlen, vom Schweißen und der Produktion von SF_6 berichtet, da diese Daten der Vertraulichkeit unterliegen.

4.6.8.6 Schweißen (2.F.8.f)

4.6.8.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.f)

Aufgrund neuer Erkenntnisse wird im Berichtsjahr 2007 erstmals über die Anwendung Schweißen berichtet. Nach Angaben von Gaslieferanten begann die Verwendung von SF_6 beim Schweißen bereits im Jahr 2001. SF_6 wird als Schutzgas beim Schweißen von Metall eingesetzt. Da es nur einen Anwender in Deutschland gibt, unterliegen die Daten der Vertraulichkeit.

4.6.8.6.2 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 Produktion von SF_6 unter CRF 2.G berichtet.

Emissionsfaktoren

Es stehen keine verlässlichen Daten über den Zerfall von SF_6 während der Anwendung zur Verfügung. Nach Expertenschätzung emittiert die eingesetzte SF_6–Menge bei der Anwendung vollständig in die Atmosphäre. Daher werden Verbrauch und Emissionen beim Schweißen gleichgesetzt. Für den Emissionsfaktor beim Schweißen gilt $EF_{Anwendung} = 1$.

Aktivitätsdaten

Die jährlichen Verbrauchsmengen werden durch Abfragen der Inlandsabsätze der Gaslieferanten festgestellt.

4.6.8.7 Optische Glasfasern (2.F.8.g)

4.6.8.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.g)

Aufgrund neuer Erkenntnisse durch die Erhebungen des Statistischen Bundesamtes wird im Berichtsjahr 2007 erstmals über die Anwendung Optischer Glasfasern berichtet. Nach Angaben von Gaslieferanten begann die Verwendung von SF_6 bei der Herstellung optischer Glasfasern bereits im Jahr 2002. SF_6 wird bei der Herstellung optischer Glasfaserkabel zur Fluordotierung eingesetzt. Es gibt in Deutschland zahlreiche Produktionsbetriebe.

4.6.8.7.2 Methodische Aspekte (2.F.8.g)

Emissionen treten bei der Produktion der optischen Glasfaserkabel auf.

Emissionsfaktoren

Die 2006 IPCC Guidelines[36] enthalten keine Informationen über die Verwendung von SF_6 bei der Produktion optischer Glasfasern. Laut Expertenangaben entweichen 70 % der eingesetzten SF_6-Menge. Daher gilt für den Emissionsfaktor $EF_{Herstellung} = 0.7$.

Aktivitätsdaten

Die jährlichen Verbrauchsmengen werden durch Abfragen der Inlandsabsätze der Gaslieferanten festgestellt. Ab 2007 erfolgt ein Datenabgleich des Jahres-Neuverbrauchs mit den vom Statistischen Bundesamt durchgeführten jährlichen Erhebungen.

4.6.8.8 Photovoltaik (2.F.8.h)

4.6.8.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.h)

Aufgrund neuer Erkenntnisse durch die jährlich durchgeführten Erhebungen des Statistischen Bundesamtes wird im Berichtsjahr 2007 erstmals über die Anwendung Photovoltaik berichtet. Nach Angaben von Gaslieferanten begann die Verwendung von SF_6 in der Solartechnik bereits im Jahr 2002. SF_6 und andere Fluorverbindungen werden in

[36] IPCC GL 2006, Vol. 6, Chapter 6: Electronics Industry

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 gibt es inzwischen eine beträchtliche Zahl von Betrieben, die SF_6 bei der Fertigung einsetzen.

Die Zeitreihe zeigt zwischen 2002 und 2006 einen kontinuierlichen Anstieg der Emissionen, der auf steigende Produktionsmengen zurückzuführen ist. 2007 ist ein großer Sprung zu verzeichnen, da die Zahl der Produktionsbetriebe und damit auch der Anwendungsmengen von SF_6 stark steigen.

4.6.8.8.2 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 sind Abgasreinigungsanlagen nicht so weit verbreitet, wie es für die Berechnung des IPCC Emissionsfaktors angenommen wird. Daher wird der Tier 2 Emissionsfaktor der IPCC[37] von 0.4 auf den Wert $EF_{Herstellung}$ = 0.5 erhöht.

Aktivitätsdaten

Die jährlichen Verbrauchsmengen werden durch Abfragen der Inlandsabsätze der Gaslieferanten festgestellt. Ab 2007 erfolgt ein Datenabgleich des Jahres-Neuverbrauchs mit den vom Statistischen Bundesamt durchgeführten jährlichen Erhebungen.

4.6.8.9 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, Füllgerätelieferanten 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.

[37] IPCC GL 2006, Vol. 6, Chapter 6: Electronics Industry, Table 6.5

4.6.8.10 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.8)

Bei Isolierglasfenstern wurden die Daten von 2006 rekalkuliert, da neue Daten des Jahres-Neuverbrauchs durch Erhebungen des Statistischen Bundesamtes vorlagen. Dadurch erhöhen sich die SF_6-Emissionen aus dieser Anwendung für das Jahr 2006 um 0,74 t.

Aufgrund neuer Erkenntnisse durch die Erhebungen des Statistischen Bundesamtes wird im Berichtsjahr 2007 erstmals über die Anwendungen Schweißen (2.F.8.f), Optische Glasfasern (2.F.8.g) und Photovoltaik (2.F.8.h) berichtet.

Nach Angaben von Gaslieferanten begann die Verwendung von SF_6 beim Schweißen bereits im Jahr 2001. Die Anwendungen Optische Glasfasern (2.F.8.g) und Photovoltaik (2.F.8.h) fangen im Jahr 2002 an.

Durch die erforderlichen Rekalkulationen für die Jahre 2001 bis 2006 bei der Quellgruppe 2.F.8 ergeben sich insgesamt höhere Emissionen für diese Berichtsjahre.

4.6.8.11 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.F.8)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.6.9 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.F alle)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig 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 (Umweltstatistiken[38], Produktions- und Verkaufszahlen[39] 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.

4.7 Andere Bereiche (2.G.)

Die Emissionen von SF_6 aus der Herstellung von SF_6 (2.E), aus der Anwendung in Sportschuhen (2.F.8 Sonstige – Sportschuhe),, der Anwendung bei der AWACS Wartung (2.F.8 Sonstige – AWACS Wartung) und der Anwendung beim Schweißen (2.F.8 Sonstige – Schweißen) werden aus Vertraulichkeitsgründen unter 2.G berichtet.

Es sind keine weiteren Emissionsquellen für Treibhausgase bekannt.

[38] Erhebungen nach § 11 des UstatG.

[39] Erhebungen nach Außenhandelsstatistikgesetz (AHStatGes) und Produktionsstatistiken.

5 LÖSEMITTEL UND ANDERE PRODUKTVERWENDUNG (CRF SEKTOR 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 N_2O bei dessen Anwendung. Bislang unberücksichtigt sind die Emissionen aus der direkten Anwendung von CO_2 in Produkten.

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“ (3.D). Dabei umfasst “Andere“ (3.D) im ZSE Lachgas-Emissionen (s. Kapitel 5.2), Emissionen aus SCR Anlagen sowie die oben aufgeschlüsselte übrige Lösemittelverwendung, die nicht unter die Quellgruppen 3A bis 3C einzuordnen ist.

Die N_2O-Emissionen aus der Quellgruppe 3.D Other werden getrennt von den anderen Teilen in Kapitel 5.2 berichtet, da die Emissionen aus der stofflichen Freisetzung von N_2O bei den verschiedenen möglichen Anwendungen in einem Forschungsvorhaben untersucht wurden und jetzt detaillierter berichtet werden. In diesem Forschungsvorhaben wurden die verschiedenen in der IPCC Good Practice Guidance (2000) aufgeführten potentiellen Emissionsquellen (u.a. auch Sprengstoffherstellung) geprüft, methodische Festlegungen getroffen, Dokumentationen vorgenommen und die relevanten Neuberechnungen als Rekalkulation bzw. auch als Ergänzung des Inventars durchgeführt. Die NMVOC-Emissionen aus der Quellgruppe 3.D Other waren nicht Gegenstand des genannten Forschungsvorhabens.

5.1 Lösemittel - NMVOC (3.A-3.C & 3.D)

5.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (3.A-3.C & 3.D)

CRF 3A - 3C, 3D (NMVOC)					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	CS	NO	NO	NO	NO	CS	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 Berichtskategorien 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-Systematik[40] basieren.

In die Kategorie 3D „other" 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 zurückgegriffen[41]. Zur Konkretisierung des Begriffes „Lösemittelanwendung" (solvent use) wird für die Lösemitteldefinition ebenfalls auf die EG-Lösemittelrichtlinie zurückgegriffen[42].

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) Lösemitteleigenschaft haben, wie dies z.B. bei der Polystyrolschaumherstellung der Fall ist.
- die sehr unterschiedlichen Emissionsbedingungen.
- Lösemitteleinsätze 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.

40 hier in der Detaillierung des sogenannten SNAP Level 3

41 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.

42 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.

5.1.2 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 Subkategorien 3A – 3D 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 damit die NMVOC-Emissionen aus der Verwendung von Lösemitteln und lösemittelhaltigen Produkten insgesamt um fast 38 % 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 CO_2-Emissionen aus NMVOC berechnet worden. Für die Umrechnung ist der folgende Rechenansatz genutzt worden.

$EM_{indirektes\ CO2} = EM_{NMVOC}$ * Molmasse CO_2 / Molmasse C * 75%

5.1.3 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.

5.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (3.A-3.C & 3.D)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde nicht vollständig durchgeführt.

Die im Emissionsinventar verwendeten Daten für die NMVOC-Emissionen des Jahres 2001 und 2002 wurden in einem Forschungsprojekt erhoben und im Rahmen dieses Projekts 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 eine durch das Projekt initiierte Prüfung und Korrektur einer Fehlmeldung im Rahmen der Produktionsstatistik. Hier wurden in der Vergangenheit relevante Mengen (> 100 kt) an Ausgangsstoffen für die chemische Industrie fehlerhaft als andere organische Lösemittel gemeldet. Diese Korrektur führte zu einer Reduktion der Gesamtemissionen im Bereich der Quellgruppe 3 um ebenfalls ca. 100 kt.

Als Teilergebnis eines weiteren Forschungsprojekts konnte die Erhebungsmethodik an aktuelle Änderungen der zugrunde liegenden Basisstatistiksysteme angepasst werden; diese Anpassung führte zu Inventarverbesserungen beginnend mit dem Jahr 2003.

5.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (3.A-3.C & 3.D)

In der Berichterstattung 2009 sind zum ersten Mal die indirekten CO_2-Emissionen aus NMVOC berechnet worden. Die Rückrechnung erfolgte über die gesamte Zeitreihe.

5.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (3.A-3.C & 3.D)

Für NMVOC ist zur Verminderung der Datenunsicherheit vorgesehen, für weitere emissionsrelevante Quellgruppen-Bereiche einen Abgleich der verwendeten Eingangsgrößen (Mengen und VOC-Gehalte) mit Branchendaten vorzunehmen.

Darüber hinaus ist es im Rahmen der periodischen Fortschreibung der Quellgruppen-Emissionen notwendig, Fachgespräche mit Branchenverbänden zu führen, um Vereinbarungen über die regelmäßige Übermittlung von differenzierten Branchendaten zu treffen. Diese Aktivitäten werden kontinuierlich fortgeführt.

5.2 Sonstige - N_2O (3.D)

5.2.1 Verwendung von N_2O als Anästhetikum (3.D.1)

5.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (3.D.1)

CRF 3.D.1					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF) N_2O 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 Hauptthersteller als auch Importeur auftreten. Bei der Lachgasherstellung und dessen Abfüllung in Gasflaschen entstehen keine Lachgasemissionen. Diese treten lediglich bei dessen Anwendung auf: Als N_2O-Quelle ist hier vor allem der Einsatz in der Medizinische von Bedeutung. Zusätzlich können aber auch Anwendungen in der Lebensmitteltechnologie und sonstige technische Anwendungen als mögliche Quellen betrachtet werden.

N_2O in der medizinischen Anwendung

In der Medizin wird Lachgas, als analgetisch wirkendes Gas, zu Narkosezwecken benutzt. Es ist das älteste und eines der nebenwirkungsärmsten Narkosemittel. 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 Weltweit verursachen die N_2O-Emissionen der Medizin ca. 10 % der gesamten Lachgasemissionen (INNOVATIONS-REPORT, 2004). Bislang ist der Einsatz von N_2O in diesem Bereich nicht verboten, jedoch gibt es – vor allem in der deutschen Anästhesie – starke Bestrebungen gegen dessen allgemeine Verwendung.

Eine weitere Entlastung der N_2O-Emissionen könnte die Verwendung von Xenon als Anästhetikum bewirken. Xenon ist das einzige Edelgas, das bei Normaldruck eine anästhetische Wirkung zeigt. Der narkotische Effekt des Xenons ist 1,5-mal stärker als der des Lachgases. Die Zulassung für Deutschland erfolgte im Herbst 2005 und wird in Zukunft

für die gesamte EU-Region erwartet. Xenon ist allerdings aufgrund seiner Eigenschaften und seiner Verfügbarkeit kein Ersatz für Lachgas, sondern lediglich eine Ergänzung.

Die Menge an N_2O-Emissionen aus medizinischen Anwendungen für das Jahr 1990 basiert auf einer Extrapolation der statistischen Anlagenerhebung im Gebiet der ehemaligen DDR im Jahr 1990. Damals wurde festgestellt, dass dort eine Anlage zur Produktion von N_2O für Narkosezwecke existiert hat. Die Anlage war zum damaligen Zeitpunkt noch nicht lange im Betrieb (Errichtung im Jahr 1988). Die Produktionskapazität betrug etwa 1200 t pro Jahr. Nach Recherchen fand kein Export bzw. Import dieses Stoffes statt, so dass von der vollständigen Anwendung im Land ausgegangen wurde. Über die hierdurch für die ehemalige DDR ermittelte Pro-Kopf-Emission wurde unter der Annahme gleicher Verhältnisse in grober Näherung für das Jahr 1990 eine N_2O-Emission von 6200 t für Deutschland festgelegt. Die N_2O-Angabe für das Jahr 2001 wurde durch eine schriftliche Mitteilung des Industriegaseverbands e.V. (IGV) in Erfahrung gebracht. Dieser Wert hatte eine Bandbreite von 3.000 ~ 3.500 t/a, woraufhin für die Zeitreihenentwicklung der N_2O-Emissionen der Mittelwert aus diesen Werten verwendet wurde (3.250 t/a). Zwischen 1990 und 2001 wird Mangels anderer Daten eine lineare Reduktion der N_2O-Anwendung in diesem Bereich angenommen

Die Reduktion der N_2O-Verwendung in diesem Zeitraum beruht darauf, dass sich die „Low-Flow-Methode“[43] und die Tendenz „Say-no-to-N_2O“ durchgesetzt haben. Mit einem ansteigenden Verbrauch in der Zukunft ist nur dann zu rechnen, wenn, wie im angelsächsischen Raum üblich, bei der Geburtshilfe Lachgas eingesetzt würde oder es bei der Unfallversorgung als Mittel zur Schmerzlinderung Verwendung fände. Da es an belastbaren Zahlen für einen weiterhin abnehmenden Trend mangelt, wird unter konservativen Gesichtspunkten im Rahmen einer "Worst-Case-Abschätzung" ein konstanter Wert der N_2O-Emissionen zwischen 2002 und 2004 angenommen. Die Beschreibung dieser Annahme für die "Worst-Case-Abschätzung" beruht auf der Tatsache, dass seit 1990 die Anwendung von N_2O eine fallende Tendenz aufweist. N_2O-Anwendung in der Lebensmittelindustrie

Lachgas wird in der Lebensmittelindustrie als Zusatzstoff mit dem Namen E 942 verwendet. Treibgase pressen Lebensmittel unter Druck aus ihren Behältern. Je nach Art des Lebensmittels kommt es dabei zur Aufschäumung oder zur Herstellung einer cremigen Konsistenz. So werden Sahne (aus Sprühdosen), Quark, und diverse Desserts wie zum Beispiel Fertigpuddings mit N_2O versetzt. Lachgas ist für Lebensmittel ohne Höchstmengenangaben allgemein zugelassen. Die Verwendung als Zusatzstoff gilt als unbedenklich. (DIE VERBRAUCHER INITIATIVE E.V, 2005; LINDE GAS GMBH, 2005)

Aus den durchgeführten Recherchen konnten keine Daten ermittelt werden, aus denen die Menge und die Entwicklung der N_2O-Emissionen im Lebensmittelbereich schlussgefolgert werden können. Dem Forschungsnehmer wurde jedoch mitgeteilt[44], dass die N_2O-Mengen gering (unter 5 %) und damit von geringer Bedeutung sind.

[43] Die "Low-Flow-Methode" ist eine Form der Anästhesie, bei der in nur sehr geringen Mengen Frischgas zugeführt wird und dadurch die N_2O-Emissionen sehr eingeschränkt werden kann (Schmidt, 2001)

[44] Persönliche Mitteilung Industriegaseverband e.V. (IGV)

N_2O in der technischen Anwendung

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).

In der Antriebstechnik wird Lachgas zur Verbesserung des Verbrennungsprozesses in Benzinmotoren, der so genannten „Lachgas-Einspritzung", verwendet. Infolge dieser „Tuningmaßnahme" kann die Leistung des Motors kurzfristig gesteigert werden. In Deutschland werden solche Anlagen allerdings nicht vom TÜV abgenommen, sind somit illegal und werden daher nicht betrachtet.

Auch für den Bereich der technischen Anwendung gibt es keine statistischen Zahlen, aus denen sich die N_2O-Emissionen abschätzen lassen. Jedoch ist die N_2O-Menge, im Vergleich zu N_2O-Emissionen aus der medizinischen Anwendung deutlich geringer, so dass dieser Bereich in der „Produktverwendung" eine untergeordnete Rolle spielt[45].

5.2.1.2 Methodische Aspekte (3.D.1)

Für die Zeitreihenentwicklung der N_2O-Emissionen in der Produktverwendung wurden bisher lediglich die N_2O-Emissionen aus den medizinischen Anwendungen erfasst. Diese Vorgehensweise ist berechtigt, da dieser Bereich mit 90 % der Hauptverursacher für N_2O-Emissionen im Produktanwendungsbereich ist (SCHÖN et al., 1993, Seite 82). Die restlichen 10 % unterteilen sich in technische Anwendung (unter 10 %[46]) und Anwendung in der Lebensmitteltechnik (unter 5 %[47]). Aus diesen Angaben wird für den Bereich Lebensmitteltechnik der Anteil als 3 %, und entsprechend für den Bereich „technische Anwendung" die Differenz zum Gesamtrestanteil (10 %) als 7 % geschätzt.

Die Verteilung der N_2O-Anwendung beträgt für die medizinische Anwendung 90 %, für Lebensmitteltechnik und technische Anwendungen zusammen 10 % im Jahr 2001. Bei der Zeitreihenentwicklung wird von einer konstanten N_2O-Emissionsmenge im „sonstigen" Bereich ausgegangen, da keine detaillierteren Zahlen über die Entwicklung in diesem Bereich vorliegen.

Da in der Produktanwendung (Medizinische und sonstige Anwendungen) das eingesetzte Lachgas direkt und vollständig als Emission in die Luft gelangt, ist für diesen Bereich der Emissionsfaktor über alle Jahre 1 t/t.

5.2.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (3.D.1)

Die Unsicherheit der Zeitreihenentwicklung für die Produktanwendung wird aufgrund der folgenden Datenbandbreite bzw. Annahmen verursacht:

- N_2O Anwendung im Jahr 2001: 3.000 t ~ 3.500 t/a
- Konstanter Verlauf oder lineare Reduktion der N_2O-Emissionen von 2002 bis 2004

[45] Schriftliche Mitteilung Industriegasverband e.V. (IGV)

[46] Persönliche Mitteilung Industriegaseverband e.V. (IGV)

[47] Persönliche Mitteilung Industriegaseverband e.V. (IGV)

Aus diesen Angaben können Werte für die maximale und die minimale N_2O-Emission abgeschätzt werden. Als Bezugsgröße für die Unsicherheitsberechnung werden die 3250 t/a genommen. Dabei wird die oben genannte Verteilung beibehalten (medizinische Anwendung im Jahr 2001 bei 90 %, konstante N_2O-Menge für den Bereich „sonstige“ zwischen 1990 und 2005). Aus diesen Angaben ergeben sich folgende theoretische Kombinationsmöglichkeiten:

1. N_2O-Emissionen im Jahr 2001 3500 t/a;
   konstanter Verlauf der N_2O-Emissionen von 2002 bis 2004
2. N_2O-Emissionen im Jahr 2001 3500 t/a;
   lineare Reduktion der N_2O-Emissionen von 2002 bis 2004
3. N_2O-Emissionen im Jahr 2001 3000 t/a;
   konstanter Verlauf der N_2O-Emissionen von 2002 bis 2004
4. N_2O-Emissionen im Jahr 2001 3000 t/a;
   lineare Reduktion der N_2O-Emissionen von 2002 bis 2004

Demnach zeigt 1) die maximale und 4) die minimale mögliche N_2O-MengeDaraus ergeben sich folgende Unsicherheiten: Zwischen 1990 und 2001 ist in beiden Richtungen (U_{min} und U_{max}) eine symmetrische Unsicherheit zu sehen. Bei U_{max} ist von 1990 bis 2001 eine lineare Steigung der Unsicherheit zu sehen, die bis 8 % ansteigt. Ab 2001 bleibt dieser Wert konstant. Bei U_{min} ist zwischen 1990 und 2001 ebenfalls ein linearer Verlauf zu sehen, dessen Steigung ab 2001 drastisch größer wird, so dass im Jahr 2005 eine Unsicherheit von –40 % erreicht wird.

Damit kann für den Verteilungstyp der Zeitreihe von einer Normalverteilung ausgegangen werden.

Die Unsicherheit der Emissionsfaktoren wird auf 0 % festgelegt, da zum gegenwärtigen Zeitpunkt davon ausgegangen wird, dass N_2O bei seiner Anwendung keiner Umwandlung unterliegt und somit nach der Anwendung vollständig in die Atmosphäre entweicht.

5.2.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (3.D.1)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde nicht durchgeführt. Die Daten für diese Quellgruppe wurden im Auftrag des Umweltbundesamtes durch einen externen Experten erhoben. Die Qualitätskontrolle erfolgte durch den externen Experten.

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.

5.2.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (3.D.1)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

5.2.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (3.D.1)

Derzeit sind keine Verbesserungsmaßnahmen geplant. Jedoch sollte auch in der Zukunft eine enge Zusammenarbeit mit dem Industriegaseverband e.V. erfolgen, damit weiterhin Daten erhoben werden können.

5.2.2 Sprengstoffe (3.D)

5.2.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (3.D)

CRF 3.D					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF) Sprengstoffe						CS				
EF Unsicherheiten in %						±40 %				
Unsicherheitenverteilung						N				
Methode EF-Ermittlung						CS				

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:

$$NH_4NO_3 \longrightarrow N_2O + 2H_2O$$

Bei der schnellen, detonativen Umsetzung des AN-haltigen Sprengstoffes, verläuft die Reaktion jedoch wie folgt:

$$NH_4NO_3 \longrightarrow 2H_2O + N_2 + 0{,}5O_2$$

Dies bedeutet, dass bei hohem Druck und hoher Temperatur AN vorwiegend zu Stickstoff, Sauerstoff und Wasser reagiert. Nur eine geringe Konzentration an primär gebildetem N_2O bleibt beim Detonationsprozess erhalten. So enthalten z.B. die Detonationsschwaden von Amatolen[48] mit etwa 80 % an AN nur 0,1 Mol N_2O pro Mol Ammoniumnitrat. Aus diesem Betrag lässt sich eine theoretische maximale Lachgasbildung von etwa 68 g (dieser Wert wurde von einem Sprengstoffexperten mitgeteilt, der stöchiometrische Wert würde 44g/Mol Amatol (80%-AN) betragen) pro Kilogramm AN errechnen (ORELLAS, D.L., 1982; VOLK, F, 1997, Seite 74). Nach Aussage von Experten können Annahmen über die N_2O-Emissionen bezogen auf diesen AN-Gehalt für andere Sprengstoffe getroffen werden.

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

N_2O-Bildung bei der Detonation von Sprengstoffen mit Ammoniumnitrat

2003 wurden in Deutschland 59 kt Sprengstoff hergestellt. Davon wurden 13 kt ins Ausland exportiert und 5,8 kt in die BRD importiert[49]. 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 Dynamite 15 %. ANFO-Sprengstoffe bestehen aus 94 % Ammoniumnitrat und 6 % Brennstoffen. Für Emulsionssprengstoffe beträgt dieses Verhältnis 80 % zu 20 % und für Dynamite 50 % zu 50 %.

Derzeit wird Lachgas als Schwadenkomponente im Gegensatz zu NO und NO_2 nicht ermittelt.

In der Regel ist die Bildung von N_2O nur bei Sprengstoffen relevant, die Ammoniumnitrat (AN) enthalten. Allerdings liegen bei ANFO-Sprengstoffen keine genauen Analysen der Detonationsschwaden vor. Aus diesem Grund muss man davon ausgehen, dass bei der Detonation von ANFO eine ähnlich hohe Konzentration von N_2O gebildet wird, bezogen auf den AN-Gehalt, wie bei den Amatolen und Ammoniten[50], von denen bereits Analysen vorliegen, um eine Abschätzung ermöglichen zu können. Man kommt zu folgendem Ergebnis: Amatole und Ammonite bilden bei der Detonation etwa 0.1 Mol N_2O pro Mol Ammoniumnitrat (AN).

5.2.2.2 Methodische Aspekte (3.D)

Laut Aussage der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung ist die Menge des Sprengstoffverbrauchs in der BRD von 1990 bis 2005 konstant geblieben.

Die Menge der oben abgeschätzten N_2O-Emissionen stellt lediglich die theoretisch maximal emittierbare Menge dar. Es fehlt eine Angabe über die Verteilung, wie viel Detonationen diese maximale Menge an N_2O emittieren. Aus diesem Grund wird hier als zweites angenommen, dass Detonationen hauptsächlich „kontrolliert“[51] durchgeführt werden, und somit die höchste Menge an N_2O-Emissionen selten erreicht wird.

Für das Ermitteln der tatsächlichen Menge an N_2O-Emissionen bei einer Detonation liegen keine Zahlen vor. Die obige Angabe (68 g N_2O pro kg AN) ist ein theoretischer Wert, der von dem tatsächlichen Wert weit entfernt liegen kann. Eine Annahme mit 5 % Emissionsrate ergibt eine N_2O-Menge von 3,4 g. Diese liegt in der gleichen Größenordnung wie die in BENNDORF (1999, Seite 4) veröffentlichte maximale Emissionsrate (2 g). was ca. 3 % der oben ermittelten theoretischen maximalen N_2O-Emissionsmenge entspricht. Als "Worst-Case Szenario" wird die Zeitreihenentwicklung in diesem Vorhaben mit dem höheren Wert (3,4 g) berechnet.

Für die Ermittlung der Emissionsfaktoren in kg/t wird die Einsatzmenge der Sprengstoffe herangezogen. Zusammen mit der oben erstellten Zeitreihenentwicklung der N_2O-Emissionen kann die Zeitreihenentwicklung der Emissionsfaktoren erstellt werden:

[49] Persönliche Mitteilung: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM).

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

[51] Unter „kontrollierte Detonation“ ist zu verstehen, dass grundsätzlich versucht wird eine ideale Detonation zu erreichen. Bei einer idealen Detonation ist die chemische Umsetzung innerhalb der Detonationsfront praktisch vollständig. Faktoren wie Temperatur, Druck, Zünder usw. können diese beeinflussen.

5.2.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (3.D)

Die Entwicklung des Sprengstoffverbrauchs über die Jahre ist nicht bekannt. Darüber hinaus werden laut Auskunft der Industrie N_2O-Emissionen bei der Detonation nicht gemessen, so dass über die durchschnittliche Menge an N_2O-Emissionen keine Angabe gemacht werden kann. An dieser Stelle wird angenommen, dass die Bezugsgröße für die Unsicherheitsberechnung bei 5% des theoretisch erreichbaren maximalen Wertes liegt. Die minimale Menge wird im Rahmen einer Expertenschätzung auf 3 % gelegt (s. Kapitel 5.2.2.2). Die gleiche Abweichung (2 %) wird für den maximalen Wert übertragen, so dass Umax bei 7 % liegt. Hierbei wird von einer Normalverteilung ausgegangen.

5.2.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (3.D)

Die Daten für diese Quellgruppe wurden im Auftrag des Umweltbundesamtes durch einen externen Experten erhoben. Die Qualitätskontrolle erfolgte durch den externen Experten.

Zur Ermittlung der N_2O Emissionen aus dem Sprengstoffeinsatz sind nahezu keine Daten veröffentlicht. Um die Qualität der Emissionsfaktoren zu verbessern, für die in diesem Jahr eine Expertenschätzung herangezogen wurde, sollten Daten zur Verbrauchsmenge und Emissionsdaten pro eingesetztem Sprengstoff zur Verfügung stehen.

5.2.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (3.D)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

5.2.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (3.D)

Derzeit sind keine Verbesserungsmaßnahmen geplant.

6 LANDWIRTSCHAFT (CRF SEKTOR 4)

Im landwirtschaftlichen Emissionsinventar 2008 (für die Jahre 1990-2006) wurden erstmals versuchsweise die IPCC Guidelines 2006 sowie die damals im Entwurf vorhandenen Kapitel des UNECE Atmospheric Emission Inventory Guidebook eingesetzt. Deutschland kam damit der Anregung von SBSTA nach, Erfahrungen mit den IPCC Guidelines 2006 zu sammeln (vgl. FCCC/SBSTA/2007/4, Absatz 56). Die deutsche Vorgehensweise wurde vom Expert Review Team anlässlich des Initial Reviews im Juni 2007 ausdrücklich gut geheißen. Die so erhaltenen Ergebnisse wichen erheblich von den mit früheren Methoden gewonnenen ab. Wegen der daraus resultierenden mangelnden Vergleichbarkeit der Verfahren und Ergebnisse wurden die Daten für 2006 im landwirtschaftlichen Emissionsinventar 2008 auf der Basis der Berichterstattung von 2007 zunächst fortgeschrieben.

Das hier vorliegende landwirtschaftliche Emissionsinventar 2009 ist nun erstmals nach den oben genannten aktualisierten Methoden erstellt worden.

Beschreibung der Quellgruppe

Die Zuordnung der Emissionen zu den jeweiligen Emissionsquellen erfolgt nach den Berichtskategorien CRF (Common Reporting Format, IPCC) bzw. NFR (Nomenclature for Reporting, UNECE / EMEP).

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).

Die deutschen Inventare der Gase Methan (CH_4), der flüchtigen organischen Verbindungen außer Methan (NMVOC), Kohlenstoffdioxid (CO_2), Ammoniak (NH_3), Distickstoffoxid (N_2O) und Stickstoffmonoxid (NO) aus landwirtschaftlichen Quellen wurden unter Nutzung der jeweiligen Handbücher (UN ECE: EMEP, 2003; EMEP, 2006; IPCC Guidelines: IPCC, 1996b; IPCC 2006, IPCC Good Practice Guidance: IPCC, 2000) sowie nach weiteren dokumentierten Quellen erstellt. Die Kenntnis der Emissionen von Distickstoff (N_2) ist für die Berechnungen der dem Boden zugeführten N-Mengen und so für die Bestimmung indirekter Emissionen erforderlich. Diese Emissionen wurden berechnet; über sie wird jedoch nicht berichtet.

Die CO_2-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden als Folge von Düngeranwendungen (Kalkung) werden mit den in diesem Kapitel beschriebenen Datensätzen errechnet und unter CRF 5.B berichtet.

Herkunft der Aktivitätsdaten

Aktivitätsdaten werden, soweit vorhanden, der offiziellen deutschen Agrarstatistik entnommen. Für jedes zweite Jahr bis 2003 stehen die Ergebnisse der vollständigen Tierzählung für die deutschen Kreise zur Verfügung, für die dazwischen und danach liegenden Jahre sind bisher nur Tierzahlen für die einzelnen Bundesländer vorhanden. Die

Tierzählungen umfassen alle Rinder, alle Schweine, Pferde, Schafe und alles Geflügel. Die Daten der letzten hoch aufgelösten Tierzählung von 2003 sind mit einer räumlichen Auflösung von Landkreisen verfügbar. Die Datensätze sind aus Gründen des Datenschutzes unvollständig. Die Daten der aktuellen Tierzählung von 2007 wurden verwendet.

Tierzahlen für Ziegen, Esel und Maultiere sowie Pelztiere und Büffel werden in der deutschen Agrarstatistik nicht erfasst. Hinweise auf die Größenordnung der Tierzahlen sind verfügbar:

In der Vergangenheit schätzte das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) die Ziegenzahlen für das gesamte Bundesgebiet. Diese Zeitreihe wird seit 2005 vom Statistischen Bundesamt fortgeschrieben und für das Inventar verwendet.

Für Esel und Maultiere beläuft sich die Zahl der in Deutschland gehaltenen Tiere auf etwa 6000 bis 8000 Esel und ca. 500 Maultiere und Maulesel (DÄMMGEN et al., 2007). Die Emissionen werden als vernachlässigbar betrachtet (NE).

Die Zahlen für Pferde werden nur teilweise durch die amtlichen Tierzählungen erfasst und fallen vermutlich zu niedrig aus; sie wurden teilweise korrigiert (DÄMMGEN, 2005).

Die Zahlen für Schafe müssen für manche Jahre korrigiert werden (siehe DÄMMGEN, 2005). Die Zahlen für Pelztiere zur Berechnung der NH_3-Emissionen wurden einmalig für das Jahr 2000 durch BMELV bei den einzelnen Bundesländern nachgefragt und teilweise geschätzt.

CH_4- und N_2O-Emissionen werden für Pelztiere (CRF Kategorie „Others“) mangels entsprechender Rechenverfahren nicht quantifiziert (NE).

Die Zahlen für Büffel wurden vom Deutschen Büffel-Verband zur Verfügung gestellt.

Die verwendeten Tierzahlen für Kälber, Aufzuchtferkel, Legehennen und Junghennen weichen von den aggregierten Zahlen der amtlichen Statistik ab.

Vollständige Flächennutzungsdaten werden in Deutschland alle vier Jahre erhoben. Die Flächen dienen in den Inventaren einmal als Aktivitäten, Flächen und Erträge aber insbesondere auch als Eingangsdaten für die Modellierung von wichtigen Parametern zur Beschreibung von Haltungsverfahren und Wirtschaftsdünger-Management (siehe unten). Die Daten der letzten Erhebung (2003) liegen in verwertbarer Form (d.h. auf Kreisebene) vor.

Herkunft der die Emissionsfaktoren bestimmenden Variablen

Zahlreiche wichtige Größen, die für die Berechnung von Emissionen nach einem Tier-2-Verfahren benötigt werden, sind nicht in den offiziellen Statistiken verfügbar. Sie wurden der allgemein verfügbaren Literatur, Veröffentlichungen von Verbänden oder Regelwerken für die landwirtschaftliche Beratung in Deutschland entnommen.

Wichtige Parameter, die die Haltung von Tieren, die Lagerung der Wirtschaftsdünger und ihre Ausbringung betreffen, wurden modelliert. Die Ausgangsdaten hierfür werden durch Befragungen erhoben und in Sonderauswertungen statistischer Daten gewonnen.

Die Berechnungsmethoden und die Bereitstellung der Aktivitätsdaten sind in DÄMMGEN et al. (2008) ausführlich beschrieben.

6.1 Fermentation bei der Verdauung (4.A)

Im Bereich der Tierhaltung sind die CH_4-Emissionen aus der Fermentation bei der Verdauung (4.A) zu berichten. Mikrobielle Umsetzungen insbesondere von Cellulose im Magen von Wiederkäuern setzen CH_4 frei. Die pro Tier und Zeiteinheit abgegebenen Mengen sind von der Tierart, der individuellen Leistung der Tiere und der Nahrungszusammensetzung abhängig.

Die Quellgruppe 4.A Fermentation bei der Verdauung ist im ZSE in die Hauptkategorien Rinder, Schafe und Ziegen, Pferde, Esel und Maultiere, Schweine und Büffel unterteilt. Deutschland unterteilt die Hauptkategorien Rinder, Schweine und Pferde in Subkategorien (siehe Tabelle 71).

Die Kategorie CRF 4.A.1 „cattle“ setzt sich aus Milchkühen („dairy cows“) und den aggregierten Tierzahlen übriger Rinder („non-dairy cattle“, „other cattle“) zusammen. Die Gruppe der übrigen Rinder bildet ein Aggregat aus Kälbern, Färsen, Mastbullen, Mutterkühen und Zuchtbullen.

Bei Pferden (CRF 4.A.6) werden Großpferde und Kleinpferde unterschieden. Über Esel und Maultiere wird nicht berichtet.

Das deutsche Inventar gliedert die Kategorie CRF 4.A.8 „Schweine“ nach Sauen, Aufzuchtferkeln, Mastschweinen und Ebern.

Die Emissionen aus der Verdauung bei der Geflügelhaltung werden nicht berechnet, da ihre Bedeutung gering und keine Methode beschrieben ist (NA).

Die Zuordnung der in der Offizialstatistik erfassten Tierzahlen zu Subkategorien ist in einigen Fällen nicht direkt möglich. Die Zuordnung wird in DÄMMGEN et al. (2008) im Einzelnen näher beschrieben.

6.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.A)

CRF 4.A					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Enteric Fermentation, Dairy Cattle (CRF 4.A.1.a)	l / -	CH_4	0,76 %	0,77 %	steigend
Enteric Fermentation, Non-Dairy Cattle (CRF 4.A.1.b)	l / t	CH_4	0,85 %	0,75 %	fallend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	NO	CS/ D	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
EF Unsicherheiten in %		10								
Unsicherheitenverteilung		N								
Methode EF-Ermittlung		CS/C/D/ T1/T2								

Innerhalb der Quellgruppe Fermentation bei der Verdauung (4.A) ist die Kategorie „Milchkühe“ (4.A.1.a) für CH_4-Emissionen nach der Emissionshöhe eine Hauptquellgruppe; die Kategorie „übrige Rinder“ (4.A.1.b) ist eine Hauptquellgruppe nach Emissionshöhe und Trend.

Deutschland berichtet über die Emissionen von CH_4 aus der Fermentation bei der Verdauung bei der Haltung von Milchkühen, übrigen Rindern (Kälbern, Färsen, Bullen, Mutterkühen und Zuchtbullen), Schweinen, Schafen, Ziegen, Pferden und Büffeln. Für die Behandlung von

Geflügel fehlen Methoden (NA); die hier entstandenen Mengen werden in Übereinstimmung mit IPCC (IPCC, 1996b, Chapter 4, Tab. A-4) als vernachlässigbar angesehen und nicht berechnet (Eintrag: NO).

6.1.1.1 Berechnete Emissionen

Die Gesamtemissionen im Zeitverlauf werden in Tabelle 70 dargestellt.

CH_4-Emissionen aus der Fermentation bei der Verdauung entstammen in Deutschland fast vollständig der Rinderhaltung (2007: 92 %). Die Anteile aus der Schweinehaltung sind gering (2007: 4 %), die aller anderen Tiere vernachlässigbar klein. Innerhalb der Gruppe der Rinder sind Milchkühe die bedeutendste Quellgruppe. 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, die zum einen durch das sich ändernde Konsumverhalten der Verbraucher, zum anderen durch Erhöhung der individuellen Tierleistung (Milchleistung, Gewichtszunahme) erklärt werden kann. Die Emissionen wurden für einzelne Landkreise berechnet. Aggregierte Daten zu CH_4-Emissionen (national und auf Bundeslandebene) sind bei HAENEL et al. (2008) zusammengestellt.

Tabelle 70: CH_4-Emissionen E_{CH4} aus der Tierhaltung (Fermentation bei der Verdauung)

[Tg a^{-1} CH_4]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E_{CH4}	1,04	0,92	0,90	0,91	0,90	0,90	0,91	0,88	0,88	0,88
[Tg a^{-1} CH_4]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
E_{CH4}	0,87	0,89	0,85	0,84	0,82	0,82	0,80	0,81		

6.1.2 Methodische Aspekte (4.A)

Zur Bestimmung der bei der Fermentation auftretenden Emissionen werden zwei unterschiedlich detaillierte Methoden vorgeschlagen, eine einfache, mit konstanten Emissionsfaktoren auf der Grundlage von international anerkannten Schätzwerten (Tier-1-Verfahren) und eine den Emissionsprozess abbildende Methode, die zu variablen Emissionsfaktoren (in Abhängigkeit von Ort und Zeit) führt (Tier-2-Verfahren).

Prinzipiell werden die Emissionen nach beiden Verfahren in folgenden Schritten berechnet:

- Ermittlung hinsichtlich ihrer Eigenschaften und Emissionen homogener Tierbestände (Tierkategorien, Subkategorien)
- Ermittlung der Aktivitätsdaten, d.h. der jeweils relevanten Tierzahlen nach Tierart (Hauptkategorie) und alters-, geschlechts- und gewichtsbezogener Subkategorie
- Ermittlung der Emissionsfaktoren je relevanter Kategorie
- Berechnung der Gesamtemissionen

IPCC (2006) sieht die detailliertere Methode (Tier 2) vor, wenn ein Land die Methan-Emissionen aus der Tierhaltung als Hauptquellgruppe für seine Inventare ausgewiesen hat.

Das Tier-2-Verfahren erfordert die differenzierte Charakterisierung der Tierbestände. Hat eine Subkategorie einen signifikanten Anteil an den verdauungsbedingten Methan-Emissionen, müssen diese nach einem Tier-2-Verfahren ermittelt werden. Das bedeutet, dass ein landesspezifischer bzw. regionsspezifischer und zeitabhängiger Emissionsfaktor für diese Tiere aus einer entsprechend variablen Bruttoenergie-Aufnahme nach der folgenden Gleichung ermittelt werden soll:

Gleichung 4: Ermittlung der spezifischen Emissionsfaktoren

$$EF_i = \frac{GE_i \cdot x_m \cdot \alpha}{\eta_{CH4}}$$

mit
- EF_i Emissionsfaktor für jede Subkategorie i [kg an^{-1} a^{-1} CH4]
- GE_i Bruttoenergieaufnahme der Subkategorie i [MJ an^{-1} d^{-1}]
- x_m Methan-Umwandlungsrate (der Anteil der Bruttoenergie, der in Methan umgewandelt wird [MJ MJ^{-1}])
- α Umwandlungsfaktor für Zeiteinheiten (365 d a^{-1})
- η_{CH4} Energiegehalt von Methan (55,65 MJ (kg CH_4)$^{-1}$)

Die Bruttoenergieaufnahme berechnet sich aus der *detaillierten Charakterisierung des Viehbestands* aus nationalen Daten und die Methan-Konversionsrate für Rinder (außer Milchkühen und Kälbern), Büffel und Schafe aus IPCC-2006 (‚Tabellen 10-12 und 10-13). Da die Methan-Konversionsrate x_m (IPCC: Y_m) eine wichtige Treibergröße in dieser Gleichung darstellt, sollte auch für diese eine Differenzierung nach Tierart, Alter/Gewicht und Fütterung vorhanden sein. Für Kälber wurden nationale Daten verwendet (siehe DÄMMGEN et. al., 2008). Für Milchkühe wurde erstmals die Methan-Konversionsrate als Funktion des Kraftfutteranteils berechnet (siehe DÄMMGEN et. al., 2008). Für Schweine und Pferde verwendet das Inventar die in IPCC (1996b) empfohlenen Werte da IPCC (2006) entsprechende Faktoren nicht bereitstellt.

Die Gesamtemissionen werden anschließend folgendermaßen ermittelt:

Gleichung 5: Vollständige Emissionen der Quellgruppe „Fermentation bei der Verdauung“

$$E_{CH4} = \beta \cdot \sum EF_i \cdot n_i$$

mit:
- E_{CH4} Methan-Emissionen [Gg a^{-1}]
- $EF_{iCH4,}$ Emissionsfaktor für jede Subkategorie i [kg an^{-1} a^{-1}]
- n_i Populationsgröße jeder Subkategorie i [Anzahl Plätze]
- β Umrechnungsfaktor für Masseneinheiten [10^{-6} Gg kg^{-1}]

In der Analyse der Hauptquellgruppen in der Landwirtschaft wurden die CH_4–Emissionen der Milchkühe und der sonstigen Rinder in der Kategorie 4.A „Fermentation bei der Verdauung“ als Hauptquellgruppen identifiziert. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit einer differenzierten Charakterisierung des Tierbestandes.

Die Berechnung der Emissionen aus dem Wirtschaftdünger-Management mit Hilfe eines Tier-2-Verfahrens setzt voraus, dass die Eingangsdaten (hier die Ausscheidung von volatile solids (VS)[52] und von Stickstoff) detailliert berechnet werden. Da die Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management bei Schweinen eine Hauptquellgruppe darstellen, müssen auch für diese Tierkategorie die Emissionen aus der Verdauung nach dem Tier-2-Verfahren berechnet werden.

6.1.2.1 Charakterisierung der Tierbestände

Der Tierbestand wird in Haupt- und Subkategorien unterteilt, für die Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren gleichermaßen zur Verfügung stehen. Eine Disaggregierung erfolgt dabei stets, wenn zwischen den Emissionsfaktoren signifikante Unterschiede vorliegen. Ein Vergleich der deutschen Unterkategorien mit den IPCC-Vorschlägen ist in der nachfolgenden Tabelle gegeben.

[52] Volatile solids (VS): die leicht umwandelbaren Kohlenstoff-Anteile in den Exkrementen, angegeben als Glühverlust bei 800 °C

Tabelle 71: Detaillierte Charakterisierung der Tierbestände nach IPCC und die in Deutschland vorgenommene 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, männliche und weibliche Jungrinder (Färsen und Mastbullen)
Schweine	ausgewachsene Schweine	Tragende Sauen Ferkelnde Sauen	Sauen (inklusive Saugferkeln)
		Eber	Eber
	wachsende Schweine	Saugferkel Mastschweine Remontierung	Aufzuchtferkel, Mastschweine
Schafe	Mutterschafe	Tragende Schafe Milchschafe	Schafe, Mutterschafe, Lämmer
	Schafe >1 Jahr	---	
	Jungtiere	Männliche Tiere, kastrierte Tiere, weibliche Tiere	
Geflügel	Hühner	Masthähnchen und –hühnchen Legehennen in Flüssig- und Festmistsystemen Freilandhaltung	Masthähnchnen und –hühnchen Junghennen Legehennen (Festmist)
	Puten	Puten zur Nachzucht Puten in Stallhaltung Puten in Freilandhaltung	Männliche und 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, Pelztiere, Büffel, Gänse

Spalten 1 und 2 nach IPCC (2006)

6.1.2.1.1 Tierzahlen

Wesentliche Grundlage der Aktivitätsdaten sind die Tierzählungen der Jahre 1990, 1992, 1994, 1996, 1999, 2001, 2003, 2005 und 2007. Für Rinder, Schweine und Schafe gibt das Statistische Bundesamt jährlich Tierzahlen bekannt. Eine Interpolation der Tierzahlen zur Beschreibung der Jahre ohne Tierzahlen fand nicht statt; stattdessen wurden die Tierzahlen jeweils fortgeschrieben (HAENEL et al., 2008). Lücken, die bei den Neuen Bundesländern für die Jahre 1990 bis 1993 auftraten, wurden durch Expertenschätzungen geschlossen.

6.1.2.1.2 Milchkühe

Bei den Milchkühen gibt die amtliche Statistik Auskunft über Schlachtkörpergewichte, aus denen Lebendgewichte abgeleitet werden können. Die Milchleistung wird öffentlichen Statistiken auf Kreisebene entnommen. Milchfett- und Milcheiweiß-Gehalte werden von Verbänden veröffentlicht (räumliche Auflösung: Bundesländer). Die relevanten Variablen zur Haltung (hier Dauer des Weidegangs) wurden auf der Basis von Daten außerhalb der Offizialstatistik (Befragungen und Sonderauswertungen) modelliert.

6.1.2.1.3 Übrige Rinder

Bei Rindern außer Milchkühen („other cattle“) wird zwischen Kälbern, weiblichen und männlichen Masttieren (Färsen und Mastbullen), Mutterkühen und Zuchtbullen unterschieden. Deren Schlachtkörpergewichte werden der der amtlichen Statistik entnommen und auf Lebendgewichte umgerechnet. Für Zuchtbullen wurden konstante Gewichte aus der Literatur entnommen. Einzelheiten zur Fütterung und Leistung wurden landwirtschaftlichen Standardwerken entnommen und mit Experten diskutiert. Alle weiteren anderen Variablen wurden wie bei den Milchkühen modelliert. Die unter „weibliche Mastkühe“ aufgeführten Tiere dienen je nach Marktlage zur Remontierung oder zum Schlachten. Remontierungskühe und Schlachttiere unterscheiden sich hinsichtlich Fütterung und Haltung nicht.

Die in der Tierzählung verwendete Charakterisierung der Bestände hinsichtlich Alter und Gewicht entspricht nicht den verfügbaren Daten zum Energiehaushalt und zur Fütterung. Die in der Tierzählung ausgewiesenen Kälber werden nur etwa zur Hälfte als Kälber im Sinne des Inventars angesehen. Die andere Hälfte wird auf Färsen und Mastbullen aufgeteilt.

6.1.2.1.4 Schweine

Bei Schweinen wird zwischen Sauen, Aufzuchtferkeln, Mastschweinen und Ebern unterschieden. Die zur Beschreibung notwendigen Einzelheiten wurden von Züchterverbänden und von der Futtermittelindustrie erhalten. Fehlende Daten für die Neuen Bundesländer für die Zeit unmittelbar nach 1990 wurden in Expertengesprächen ermittelt.

6.1.2.1.5 Pferde

Die Anzahl der Pferde wurde wegen der Eigenarten der deutschen Tierzählungspraxis korrigiert (DÄMMGEN, 2005). Diese Korrektur berücksichtigt Großpferde und Kleinpferde getrennt. Großpferde und Kleinpferde unterscheiden sich hinsichtlich ihres Energie- und Futterbedarfs. Für Deutschland typische Verhältnisse wurden aus der Literatur abgeleitet und verwendet (siehe DÄMMGEN et al., 2008).

6.1.2.1.6 Schafe

Die Zahlen der Schafe mussten korrigiert werden, da die Zählungen im Dezember der Jahre 1990 bis 1996 die Lämmer nicht angemessen erfassten (DÄMMGEN, 2005). Dazu war es notwendig, Lämmer und übrige Schafe getrennt zu betrachten.

6.1.2.1.7 Geflügel

Die detaillierte Beschreibung der Emissionen bei der Geflügelhaltung machte eine Korrektur der Tierzahlen bei Junghennen und Legehennen notwendig. Bei Puten wurde die Unterscheidung weiblicher und männlicher Tiere notwendig.

6.1.2.1.8 Alle anderen Tiere

Bei allen anderen Tieren, die nach Tier-1-Ansätzen berechnet werden, sind weitere Unterteilungen nicht notwendig. Default-Emissionsfaktoren für Subkategorien existieren nicht. Sie sind auch nicht sinnvoll anzuwenden, wenn die entsprechenden nationalen Daten nicht verfügbar sind. Detaillierte Daten über Tierbestände (national und auf Bundeslandebene) und zusätzliche Informationen sind in HAENEL et al. (2008) zu finden.

6.1.2.1.9 Zusammenstellung relevanter Tierzahlen

Die relevanten Zahlen der Säugetiere (Tierplätze) sind in Tabelle 72 zusammengestellt. Die Tierzahlen bei Rindern, Schweinen und Schafen haben abgenommen, die Zahlen der Pferde und Ziegen sowie des Geflügels insgesamt, hier insbesondere die der Masthähnchen und –hühnchen sowie der Puten, haben zugenommen.

Tabelle 72: Zahl der relevanten Tierplätze, bezogen auf 1990 = 100 %

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	100	89	84	83	82	82	79	76	75	72
übrige Rinder	100	88	83	81	81	81	80	78	77	77
Schweine	100	84	86	84	80	77	79	80	85	84
Schafe	100	87	84	84	84	85	83	81	81	82
Ziegen	100	96	100	102	106	111	117	128	139	150
Pferde	100	100	108	108	122	122	133	133	133	150
Geflügel	100	100	91	91	97	97	99	99	99	104
	2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
Milchkühe	72	72	70	69	67	67	64	64		
übrige Rinder	76	77	73	71	68	67	66	66		
Schweine	83	83	84	85	83	87	85	87		
Schafe	83	84	83	82	82	80	77	77		
Ziegen	156	178	178	178	178	189	200	200		
Pferde	150	161	161	167	168	160	160	172		
Geflügel	104	107	107	108	108	106	106	111		

6.1.2.2 Berechnung der CH_4-Emissionen aus der Milchkuh-Haltung

Zur Bestimmung des Emissionsfaktors wird im Prinzip der in IPCC (2006) vorgeschlagene Ansatz verwendet. Das Körpergewicht wird aus Schlachtkörperdaten berechnet (Auflösung: Bundesländer und Jahre). Die Erhaltungsenergie wird hieraus unter Verwendung des in Deutschland üblichen konstanten Faktors berechnet. Die Milchleistung ist für (nahezu) jeden Kreis und jedes Jahr erhältlich. Die Milchfett- und Milchproteingehalte werden den Berichten der Verbände entnommen (Auflösung: Bundesländer und Jahre). Die Gewichtszunahme berechnet sich aus der Differenz zwischen dem Schlachtgewicht der Färsen und dem Schlachtgewicht der Milchkühe. Die Verdaulichkeit wurde als Funktion der Leistung bei typischer Fütterung formuliert (nationale Daten; Auflösung: Kreise und Jahre). Die Methan-Umwandlungsrate x_m wurde in Anlehnung an die Empfehlung in IPCC (2006) als Funktion des Raufutteranteils im Futter nach SAUVANT und GIGER-REVERDIN (2007) berechnet. Die Zeitreihe der CH_4-Emissionen aus der Verdauung geht aus Tabelle 73 hervor.

Tabelle 73: CH_4-Emissionen E_{CH4} aus der Milchkuh-Haltung (Fermentation bei der Verdauung)

[Tg a^{-1} CH_4]	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
E_{CH4}	0,46	0,41	0,41	0,42	0,41	0,42	0,42	0,40	0,40	0,40
[Tg a^{-1} CH_4]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
E_{CH4}	0,39	0,40	0,39	0,39	0,38	0,38	0,37	0,38		

Das nach Bundesländern gewichtete Mittel der Milchleistung liegt für Deutschland bezogen auf das Basisjahr 1990 bei 12,9 kg Platz^{-1} d^{-1} und weicht somit geringfügig von dem für Westeuropa angenommenen Wert von 11,5 kg Platz^{-1} d^{-1} in IPCC (IPCC, 1996b: Table A-1) ab. Für 2007 beträgt dieser Wert 19,2 kg Platz^{-1} d^{-1}. Dieser Unterschied ist erheblich. Alle Informationen sind in HAENEL et al. (2008) zusammengestellt.

Die CH_4-Emissionsfaktoren stiegen im nationalen Mittel von 72,0 kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4 (1990) auf 92,5 kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4 (2007). Eine detaillierte Übersicht der verwendeten

Emissionsfaktoren findet sich in HAENEL et al. (2008), ihr Zustandekommen ist in DÄMMGEN et al. (2008) beschrieben. Tabelle 74 zeigt die Entwicklung der mittleren Emissionsfaktoren $IEF_{CH4,\ ent}$ im Berichtszeitraum bei Verwendung der Umwandlungsraten nach SAUVANT und GIGER-REVERDIN (2007) von etwa 0,053 MJ MJ^{-1}.

Tabelle 74: CH_4-Emissionsfaktoren IEF_{CH4} aus der Milchkuh-Haltung (Fermentation bei der Verdauung)

[kg pl^{-1} a^{-1} CH_4]	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
IEF_{CH4}	72,0	73,3	75,6	78,5	78,7	79,8	80,4	80,6	82,0	83,7
[kg pl^{-1} a^{-1} CH_4]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
IEF_{CH4}	85,2	87,1	87,2	89,1	89,4	90,7	91,1	92,5		

6.1.2.3 Berechnung der CH_4-Emissionen Haltung der übrigen Rinder (Kälber, Färsen, Mastbullen, Mutterkühe, Zuchtbullen)

Für die Berechnung des Energie- und Futterbedarfs wachsender Tiere werden die den Lebensabschnitt bestimmenden Größen (Anfangs- und Endgewicht und Gewichtszunahme bzw. Dauer des Lebensabschnitts) benötigt. Sie werden aus Schlachtstatistiken, Veröffentlichungen des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie und Standardwerken der landwirtschaftlichen Planung gewonnen oder abgeleitet. Wenn nationale Daten nicht verfügbar waren, wurden Default-Werte nach IPCC (2006) verwendet. Es wurde berücksichtigt, dass saugende Kälber keine Wiederkäuer sind. Die Methan-Umwandlungsrate wurde entsprechend niedriger gewählt. Zu den die Emissionsfaktoren bestimmenden Größen und den resultierenden Emissionsfaktoren siehe HAENEL et al. (2008), zu den Einzelheiten ihrer Ableitung DÄMMGEN et al. (2008).

Die Emissionen aus der Haltung von Mutterkühen und Zuchtbullen werden nach dem Tier-2-Verfahren unter Annahme konstanter Gewichte aus dem Energiebedarf berechnet.

Es ergeben sich folgende mittlere Emissionsfaktoren für das Jahr 2007:

Tabelle 75: CH_4-Emissionsfaktoren IEF_{CH4} aus der Haltung von Rindern außer Milchkühen (Fermentation bei der Verdauung) (2007)

Unterkategorie	**EF_{CH4} [kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]**
Kälber	3,7
Färsen	40,0
Mastbullen	56,4
Mutterkühe	61,4
Zuchtbullen	77,5
Mittelwert	42,4
IPCC (2006)-Default	57

Die Zeitreihe der Emissionen der übrigen Rinder zeigt Tabelle 76, die Zeitreihe für die mittleren Emissionsfaktoren zeigt Tabelle 77.

Tabelle 76: CH_4-Emissionen E_{CH4} aus der Haltung der Rinder ohne Milchkühe (Fermentation bei der Verdauung)

[Tg a^{-1} CH_4]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E_{CH4}	0,51	0,44	0,44	0,43	0,42	0,43	0,43	0,42	0,42	0,42
[Tg a^{-1} CH_4]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
E_{CH4}	0,42	0,43	0,40	0,39	0,37	0,37	0,36	0,37		

Tabelle 77: CH_4-Emissionsfaktoren IEF_{CH4} aus der Haltung der Rinder ohne Milchkühe (Fermentation bei der Verdauung)

[kg pl^{-1} a^{-1} CH_4]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
IEF_{CH4}	39,0	38,5	40,3	40,9	39,7	40,1	41,0	40,7	41,3	41,5
[kg pl^{-1} a^{-1} CH_4]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
IEF_{CH4}	42,0	42,5	41,9	41,8	41,6	41,8	42,1	42,4		

6.1.2.4 Berechnung der CH_4-Emissionen aus der Verdauung bei Sauen und wachsenden Schweinen (Aufzuchtferkel, Mastschweine) sowie Ebern

Die Berechnung der Emissionen der Sauen setzt die Kenntnis der Anzahl und des Gewichtes der aufgezogenen Ferkel voraus. Hierzu wird auf Informationen der Züchterverbände und auf Expertenwissen zurückgegriffen. Der Energie- und Futterbedarf wachsender Tiere wird durch Anfangs- und Endgewicht und Gewichtszunahme bzw. Dauer des Lebensabschnitts bestimmt. Diese Daten werden aus Veröffentlichungen des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, sowie der Züchterverbände und aus Standardwerken der landwirtschaftlichen Planung gewonnen oder abgeleitet.

Die Zahl der in der Statistik angegebenen Ferkel wird für dieses Inventar auf Saugferkel und Aufzuchtferkel aufgeteilt. Die Saugferkel werden mit den Sauen abgebildet, die Aufzuchtferkel werden gesondert berechnet.

Die besondere Situation Deutschlands unmittelbar nach 1990 hatte zur Folge, dass eine Reihe statistischer Daten nicht erhoben wurde. So waren detaillierte Informationen zur Schweinehaltung in den Neuen Bundesländern zwischen 1990 und 1996 spärlich oder nicht vorhanden. Sie wurden in Expertengesprächen ermittelt. Die verwendeten Daten sind der Zusammenstellung in HAENEL et al. (2008) zu entnehmen, die Berechnung der Tierzahlen und die Ableitung oder Anpassung der Methoden ist in DÄMMGEN et al. (2008) dargestellt.

Die Emissionen aus der Eberhaltung wurden aus dem Energiebedarf bei Annahme eines konstanten Gewichts von 120 kg $Tier^{-1}$ berechnet.

Die für 2007 resultierenden Daten sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 78: CH_4-Emissionsfaktoren IEF_{CH4} aus der Haltung von Schweinen (Fermentation bei der Verdauung) (2007)

Unterkategorie	IEF_{CH4} [kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]
Sauen	1,81
Aufzuchtferkel	0,39
Mastschweine	1,48
Zuchteber	1,48
Mittelwert	1,19
IPCC-Default	1,5

6.1.2.5 Berechnung der CH_4-Emissionen aller anderen Säugetiere (Schafe, Ziegen, Pferde, Büffel)

Für alle anderen Säugetiere wurden Tier-1-Verfahren entsprechend angewendet:

Gleichung 6: Tier-1-Verfahren für die Emissionen der Quellgruppe „Fermentation bei der Verdauung“

$$E_{CH4,i} = EF_i \cdot n_i$$

mit $E_{CH4,i}$ CH_4-Emission einer Tierkategorie i [kg a^{-1} CH_4]
EF_i Emissionsfaktor der Tierkategorie i [kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]
n_i Anzahl der besetzten Tierplätze in Kategorie i [Plätze]

Für Schafe, Ziegen, Großpferde und Büffel wurden die Default-Werte (Emissionsfaktoren) nach IPCC (2006)-10.28 eingesetzt. Für Kleinpferde wurde ein $EF_{CH4,po}$ = 12 kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4 ermittelt:

Tabelle 79: Emissionsfaktoren: Default-Werte (EF_d) nach IPCC und in diesem Bericht verwendete resultierende Emissionsfaktoren (IEF)

Tierkategorie	EF_d nach IPCC (2006-10.28) [kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]		IEF nach Anwendung nationaler Datensätze für 2007 [kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]
Schafe	8	(Table 10.10)	
Ziegen	5	(Table 10.10)	
Pferde	18	(Table 10.10)	16,3
Büffel	55	(Table 10.10)	

Deutschland berichtet aus den zuvor diskutierten Gründen nicht die Emissionen von Eseln und Maultieren (NE).

6.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.A)

6.1.3.1 Relevante Tierzahlen

Die Unsicherheiten der Tierzahlen pro Klasse (mit Ausnahme der Pferde) liegen in der Größenordnung von weniger als 6 % (DÄMMGEN, 2005). Für die Neuen Länder wurden die Tierzahlen und ihre regionale Verteilung für die Jahre 1990 und 1991 mit dem Modell RAUMIS (HENRICHSMEYER et al., 1996) berechnet, das regionale Daten für landwirtschaftliche Produktionsprozesse und Produkte liefert. Da die Datenquellen mit den Jahren nicht variieren, wird die Zeitreihe als im Wesentlichen konsistent betrachtet.

Im Jahr 1998 wurde das Agrarstatistikgesetz geändert. Hiermit änderten sich die Erhebungsgrundlagen für die Ermittlung der Tierzahlen zum Teil erheblich. Auswirkungen werden vor allem auf die Anzahl der Pferde und der Schafe beobachtet. Für eine einheitliche

Beschreibung der Zeitreihe wurden daher Korrekturfaktoren abgeleitet. Die Ableitung der Korrekturen wird in DÄMMGEN (2005) beschrieben.

Es ist davon auszugehen, dass die Zahl der Pferde in Deutschland etwa doppelt so hoch ist wie die entsprechenden Zahlen der Agrarstatistik, da ein großer Teil der Pferde nicht in landwirtschaftlichen Betrieben gehalten wird (Freizeitpferde). Die Pferdezahlen sind somit systematisch falsch.

Bei den Schafen rührt die Versetzung in der Zeitreihe daher, dass die Zählung im Mai auch Lämmer umfasst, die Zählung im Dezember dagegen nicht.

6.1.3.2 Emissionsfaktoren

Die Unsicherheiten der Methan-Emissionsfaktoren liegen in der Größenordnung von 30 % (EMEP, 2000: Kapitel B1040-6). Ungenau sind hierbei der Methan-Umwandlungsfaktor (für Rinder 0,06 ± 0,005, d.h. 10 %, siehe IPCC, 2006) und die tatsächliche Rationsgestaltung, insbesondere bei Rindern.

6.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.A)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, konnte nicht durchgeführt werden, da die Arbeitseinheit in einer Neustrukturierung begriffen war.

Die Daten werden auf Transkriptionsfehler zwischen den Originaldaten und den Kalkulationstabellen überprüft und auf Fehler bezüglich der Einheiten und Größenordnungen untersucht. Zukünftige QK/QS-Verfahren setzen die bessere Auflösung der Aktivitätsdaten (insbesondere Daten zur Fütterung auf Kreisebene) voraus. Darüber hinaus sollen die Emissionsfaktoren, soweit sie nicht vertraulich zu behandeln sind, über die Emissionsfaktoren-Datenbank (GEREF, GERman Emission Factor Database) öffentlich zur Verfügung gestellt werden. Experten können diese somit begutachten und Stellung dazu nehmen.

Unter Verwendung der im *Data Locator* des UNFCCC-Sekretariats zur Verfügung gestellten resultierenden mittleren Emissionsfaktoren (Implied Emission Factors) benachbarter Länder zeigt sich im Vergleich, dass die Größenordnung des Emissionsfaktors Deutschlands nicht mit denen der Nachbarländer übereinstimmt. Die Ursache hierfür ist die Anwendung der nationalen Methan-Umwandlungsrate.

Tabelle 80: Methan-Emissionen aus der Verdauung bei Milchkühen verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (IEF) [53]

	IEF_{CH_4}	Milchleistung	Gewicht	Anteil tragender Kühe
	[kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]	kg Platz^{-1} d^{-1}	[kg Tier^{-1}]	[%]
Österreich	115,04	16,17	700	90
Belgien	116,92	16,80	600	
Tschechische Republik	114,95	20,22	585	90
Dänemark	126,22	23,29	575	90
Deutschland	**92,45**	**19,19**	**594**	**80**
Frankreich	104,29	51,54		
Niederlande	andere Quellkategorien für Rinder			
Polen	94,31	11,86	500	
Schweiz	109,93			79
Vereinigtes Königreich	102,75	18,46	577	

Quelle: UNFCCC 2006, Table 4.A

Das vorliegende Inventar gibt zu nahezu allen Aktivitätsdaten, Emissionsfaktoren oder Daten, die zur Berechnung von Emissionsfaktoren dienen, Fehler bzw. Unsicherheiten (Größe und Verteilung) an.

Der landwirtschaftliche Teil des 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). Die beanstandeten Mängel (Verwendung von Tier-1-Verfahren bei der Berechnung der Emissionen aus der Rinderhaltung; Fehlen der Berechnungen für Ziegen) wurden im vorliegenden Inventar beseitigt.

Im Juni 2006 wurde das deutsche Inventar im Rahmen des „Initial Review under the Kyoto Protocol and Annual 2006 Review under the Convention“ überprüft. Im Abschlussbericht wurde empfohlen, die Zeitreihen der Büffel-Population zu vervollständigen. Das vorgelegte Inventar berücksichtigt diese Empfehlung.

6.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (4.A)

Die vorläufigen Tierzahlen für 2006 wurden durch endgültige ersetzt.

Die Zeitreihe der Tierzahlen der Büffel-Haltung wurde vervollständigt und korrigiert.

Die Änderungen gegenüber den Angaben des letzten Inventars sind bei den Milchkühen erheblich, bei den anderen Rindern und den Schweinen merklich (vgl. Tabelle 82 bis Tabelle 84).

GRÜNDE dafür:

Die in IPCC (2006) angegebenen Methan-Umwandlungsraten von 0,065 MJ MJ^{-1} (anstelle von 0,060 MJ MJ^{-1}), sowie die für Milchkühe neu berechnete Methan-Umwandlungsrate führten zu veränderten Emissionen.

[53] IEF: berechneter Emissionsfaktor aus Emission und Milchkuhbestand. Angaben für Deutschland für das Jahr 2007, Daten anderer Länder für 2006.

Die Neuberechnung der Verdaulichkeit des Futters bei Milchkühen (höhere Verdaulichkeit) führte zu einer Verringerung der Emissionen. Der geringfügige Anstieg des Energiebedarfs durch Neuberechnung der Laktationsenergie (Einbeziehung von Milchprotein) wird dadurch nicht erkennbar.

Bei Mastbullen wurde die Futterzusammensetzung aktualisiert, was zu einer Erhöhung bei Futteraufnahme, Ausscheidungen und Emissionen führte.

Tabelle 81: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 verwendeten Tierplatzzahlen bei Büffeln

Plätze in 1000	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
NIR 2008										
NIR 2009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,048	0,172	0,297	0,421
Plätze in 1000	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
NIR 2008	0,626	0,611	0,740	0,879	1,006	1,136	1,136			
NIR 2009	0,626	0,625	0,755	0,894	1,021	1,187	1,324	1,541		

Tabelle 82: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 verwendeten mittleren CH_4-Emissionsfaktoren aus der Tierhaltung (Fermentation bei der Verdauung), hier Milchkühe.

[kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
NIR 2008	94,8	95,7	99,1	101,6	101,3	102,3	103,3	103,3	104,9	106,6
NIR 2009	72,0	73,3	75,6	78,5	78,7	79,8	80,4	80,6	82,0	83,7
[kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
NIR 2008	108,1	110,1	109,9	111,5	111,8	113,3	113,3			
NIR 2009	85,2	87,1	87,2	89,1	89,4	90,7	91,1	92,5		

Tabelle 83: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 verwendeten mittleren CH_4-Emissionsfaktoren aus der Tierhaltung (Fermentation bei der Verdauung), hier übrige Rinder.

[kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
NIR 2008	36,2	36,0	36,7	36,9	37,1	36,9	36,7	36,5	36,9	37,0
NIR 2009	39,0	38,5	40,3	40,9	39,7	40,1	41,0	40,7	41,3	41,5
[kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
NIR 2008	37,2	37,5	37,2	37,4	37,2	37,2	37,2			
NIR 2009	42,0	42,5	41,9	41,8	41,6	41,8	42,1	42,4		

Tabelle 84: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 verwendeten mittleren CH_4-Emissionsfaktoren aus der Tierhaltung (Fermentation bei der Verdauung), hier Schweine.

	1990	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
NIR 2008	1,19	1,18	1,19	1,21	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,27
NIR 2009	1,10	1,08	1,09	1,11	1,13	1,14	1,15	1,15	1,16	1,15
	2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
NIR 2008	1,27	1,27	1,27	1,28	1,28	1,28	1,28			
NIR 2009	1,16	1,16	1,16	1,17	1,17	1,17	1,18	1,19		

Die Emissionen aus der Verdauung bei Pferden wurden unter Berücksichtigung korrigierter Pferdezahlen für Groß- und Kleinpferde getrennt ermittelt. Die resultierenden Emissionsfaktoren sind damit zeitlich und örtlich variabel geworden. Sie haben sich im Vergleich zum letzten Inventar aber nicht geändert.

Hieraus ergeben sich insgesamt deutlich niedrigere Emissionen von CH_4 aus der Fermentation bei der Verdauung für die zurückliegenden Jahre. Die Änderungen gehen aus Tabelle 85 hervor.

Tabelle 85: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 berechneten Summen der CH_4-Emissionen aus der Tierhaltung (Fermentation bei der Verdauung). Angaben für Deutschland.

[Tg a^{-1} CH_4]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
NIR 2008	1,15	1,01	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,95	0,94	0,95
NIR 2009	1,04	0,92	0,90	0,91	0,90	0,90	0,91	0,88	0,88	0,88
[Tg a^{-1} CH_4]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
NIR 2008	0,93	0,94	0,91	0,90	0,88	0,87	0,87			
NIR 2009	0,87	0,89	0,85	0,84	0,82	0,82	0,80	0,81		

6.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (4.A)

Die Basis für die Daten außerhalb der amtlichen Statistik ist in einigen Bereichen (z.B. Rationsgestaltung) unbefriedigend. Es soll versucht werden, in Deutschland ein Verfahren zu etablieren, das die Beschaffung derartiger Daten durch Erweiterung der Agrarstatistik oder durch Befragungen gewährleistet. Ein entsprechendes Forschungsprogramm hat 2007 begonnen (Laufzeit bis 2009).

6.2 Wirtschaftsdünger-Management (4.B)

6.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.B)

CRF 4.B					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	CO_2	CH_4	HFC	PFC	SF_6	N_2O	NO_X	CO	NMVOC	SO_2
Emissionsfaktor (EF)	NO	CS/D	NO	NO	NO	D	D	-	CS	NO
EF Unsicherheiten in %		30				30				
Unsicherheitenverteilung		N				N				
Methode EF-Ermittlung		D/T1/T2				CS/T1				

Die Quellgruppe Wirtschaftsdünger-Management (4.B) ist keine Hauptquellgruppe.

Bei der Lagerung von Wirtschaftsdüngern im Stall, auf befestigten Flächen außerhalb des Stalls, beim Weidegang, im Lager (im engeren Sinne) und bei der Ausbringung werden CH_4 und NMVOC sowie NH_3, N_2O, NO, und N_2 freigesetzt. Mit NMVOC können auch schwefelhaltige Verbindungen emittiert werden. Die Emissionen sind abhängig von der Tierkategorie und den Ausscheidungen der Tiere (diese wiederum eine Funktion der Tierleistung und der Ernährung), den in bestimmten Aufenthaltsbereichen (Weide, Stall, befestigte Flächen) verbrachten Zeiten, artspezifischem Verhalten sowie Stalltyp, Stroheinsatz, Lagerungstyp und -dauer, Ausbringungsart, -ort- und -zeitpunkt sowie der Einarbeitung von Wirtschaftsdüngern.

Deutschland berichtet in diesem Inventar über Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement von Rindern, Schweinen, Schafen, Ziegen, Pferden, Büffeln, Pelztieren (nur NH_3) und Geflügel, nicht jedoch über Esel und Maultiere (NE).

6.2.1.1 Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B)

6.2.1.1.1 Berechnete Emissionen

In Tabelle 86 ist die Zeitreihe der CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management zusammengestellt. Sie 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. Zur Gesamtemission tragen die Rinder und Schweine jeweils zu etwa der Hälfte bei (Rinder: 54 % für 1990; 49 % für 2007) (Schweine: 44 % für 1990; 50 % für 2007). Die Emissionen aus der Geflügelhaltung und aus der Haltung von Pferden, Schafen, Ziegen und Büffeln sind demgegenüber vernachlässigbar.

Tabelle 86: CH_4-Emissionen E_{CH4} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management).

[Tg a^{-1} CH_4.]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E_{CH4}	0,30	0,26	0,26	0,26	0,27	0,26	0,27	0,26	0,27	0,27
[Tg a^{-1} CH_4.]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
E_{CH4}	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26		

6.2.1.2 Emissionen von flüchtigen Kohlenwasserstoffen ohne Methan aus dem Wirtschaftsdünger-Management

Bei der mikrobiellen Umsetzung von Proteinen im Wirtschaftsdünger (etwa 50 % des in den Ausscheidungen enthaltenen Stickstoffs sind in Proteinen gebunden) entstehen gleichzeitig Ammoniak (NH_3) und flüchtige organische Verbindungen außer Methan (NMVOC). Die weitgehende Proportionalität der Emissionen von NH_3- und NMVOC-Emissionen aus unterschiedlichen Wirtschaftsdüngern wurde in Großbritannien dazu benutzt, ein erstes NMVOC-Emissionsinventar zu erstellen. Deutschland hat die dort angesetzten relativen Emissionsfaktoren dazu benutzt, eine erste Schätzung der Emissionen von NMVOC aus der Tierhaltung vorzunehmen (Einzelheiten in DÄMMGEN et al., 2008). Die Zeitreihe der NMVOC-Emissionen ist in Tabelle 87 dargestellt. Nach dem Rückgang der Tierzahlen als Folge der deutschen Vereinigung bleiben die Emissionen ab etwa 1994 konstant. Obschon Zahlen für Pferde wegen des fehlenden Rechenverfahrens nicht verfügbar sind, können die Emissionen im Wesentlichen auf die Rinderhaltung zurückgeführt werden.

Tabelle 87: NMVOC-Emissionen E_{NMVOC} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management), angegeben als NMVOC und NMVOC-C.

[Tg a^{-1} NMVOC, bzw. Tg a^{-1} C]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E_{NMVOC}	0,33	0,29	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
$E_{NMVOC-C}$	0,16	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
[Tg a^{-1} NMVOC, bzw. Tg a^{-1} C]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
E_{NMVOC}	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26		
$E_{NMVOC-C}$	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,12	0,13		

Bei der Modellierung der NMVOC-Emissionen wurde gleichfalls festgestellt, dass erhebliche Mengen an Dimethylsulfid emittiert werden. Die Emissionen an in NMVOC gebundenem Schwefel belaufen sich diesen Schätzungen zufolge auf etwa 0,04 Tg a^{-1}.

6.2.1.3 Distickstoffoxid-, Stickstoffmonoxid- und Ammoniak-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management

Die Ergebnisse der Berechnungen der NH_3-, N_2O- und NO-Emissionen sind in der Tabelle 88 zusammengestellt. Bezogen auf das Basisjahr nehmen die N_2O- und NO-Emissionen deutlich ab. Den Hauptanteil der N_2O- und NO-Emissionen bestimmen die Rinder (81 % im Jahr 1990; zurückgegangen auf 75 % im Jahr 2007). Bezogen auf das Jahr 1990 werden 63 % der NH_3-Emissionen von Rindern, 28 % aus der Schweinehaltung und 7 % aus der Geflügelhaltung emittiert 81 % der (direkten) N_2O- und NO-Emissionen gehen auf Rinderhaltung zurück, 15 % auf die von Schweinen und 1 % auf die von Geflügel. Im Jahr 2007 lagen die Anteile bei NH_3 bei 59 %, 28 % und 11 %. Für N_2O bzw. NO betrugen die Anteile im Jahr 2007 75 %, 19 % und 2 %.

Tabelle 88: N_2O-, NO- und NH_3-Emissionen E_{N2O}, E_{NO} und E_{NH3} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management).

[Tg a^{-1} N_2O, NO bzw. NH_3]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E_{N2O}	0,009	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
E_{NO}	0,0013	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011
E_{NH3}	0,59	0,52	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,50	0,50	0,50
[Tg a^{-1} N_2O, NO bzw. NH_3]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
E_{N2O}	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008		
E_{NO}	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0010	0,0011		
E_{NH3}	0,50	0,51	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49	0,50		

6.2.2 Methodische Aspekte (4.B)

6.2.2.1 Methodische Aspekte und Anforderungen CRF 4.B (CH_4)

IPCC (2006) sieht zwei Bestimmungsmethoden zur Bestimmung der CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management vor. Für die Berechnung der Emissionen nach dem Tier-1-Verfahren werden Tierzahlen mit konstanten VS-Ausscheidungen[54] und mit Default-Emissionsfaktoren multipliziert, die für einzelne Klimaregionen konstant sind.

Dieses Tier-1-Verfahren wird in seiner einfachen Form nicht angewandt.

Das Tier-2-Verfahren sieht die Berücksichtigung variabler VS-Ausscheidungen vor, die leistungs- und nahrungsabhängig sind. Es verrechnet diese mit Emissionsfaktoren, die die Häufigkeit einzelner Lagerungsverfahren für Fest- und Flüssigmist sowie Weidegang in Deutschland und klimatische Effekte berücksichtigen. Die resultierenden Emissionsfaktoren variieren dann für jede Kategorie mit Ort und Zeit. Der Emissionsfaktor wird über folgende Gleichung ermittelt:

Gleichung 7: Ermittlung des Emissionsfaktors für Methan aus dem Wirtschaftsdünger-Management nach dem Tier-2-Verfahren

$$EF_i = VS_i \cdot \alpha \cdot B_{oi} \cdot \rho_{CH4} \cdot \sum_{jk} MCF_{jk} \cdot MS_{ijk}$$

mit
- EF_i Emissionsfaktor für Subkategorie i [kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]
- VS volatile solids (Ausscheidung leicht umsetzbarer Substanz, Trockenmasse DM) für die Subkategorie i [kg Platz^{-1} d^{-1} DM]
- α Umrechnungsfaktor für Zeiteinheiten (α= 365 d a^{-1})
- B_{oi} Methan-Bildungspotential für Subkategorie i, bezogen auf VS [m^3 kg^{-1}]

[54] VS (volatile solids): die leicht umwandelbaren Kohlenstoff-Anteile in den Exkrementen

ρ_{CH4} Dichte von Methan (ρ_{CH4} = 0,67 kg m^{-3})
MCF_{jk} Methan-Umwandlungsfaktor für Lagerungssystem j in Klimaregion k [kg kg^{-1}]
MS_{ijk} Anteil der Subkategorie i, deren Wirtschaftsdünger im Lagerungssystem j in Klimaregion k behandelt werden

Die CH_4-Emissionen aus dem Management von Wirtschaftsdüngern wurden im deutschen Inventarbericht für Milchkühe, Rinder und Schweine nicht als Hauptquellgruppe eingestuft. Für dieses Inventar wurden sie dennoch, wie auch die VS-Ausscheidungen von Legehennen, Junghennen, Masthähnchen und –hühnchen sowie Puten, unter Berücksichtigung von Leistung und Fütterung berechnet..

Die Berechnungen erfolgen für Landkreise (DÄMMGEN et al., 2008).

Mischverfahren zwischen Tier-1- und Tier-2-Verfahren (UNECE: verbesserte Verfahren) benutzen Default-Werte für VS-Ausscheidungen und kombinieren sie mit den Häufigkeitsverteilungen für die Wirtschafts-Managementsysteme in der jeweiligen Region. Dies trifft in Deutschland für Schafe, Ziegen, Pferde, Büffel, Gänse und Enten zu.

Deutschland verfügt nicht über nationale Datensätze zur Beschreibung der Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Lager. In IPCC (2006) befinden sich jedoch auch Default-Werte für maximale Methan-Bildungsraten und für Emissionsfaktoren (methane conversion factors, *MCF*) (IPCC, 2006, S. 10.77, Tabelle 10A-4; S. 10.44, Tabelle 10.17). Werte sind in Tabelle 89 angegeben.

Die MCF sind teilweise temperaturabhängig. Die entsprechenden Temperaturen werden DÄMMGEN et. al. (2008) entnommen.

Tabelle 89: Maximale Methan-Bildungskapazität B_o und Methan-Umwandlungsfaktor (*MCF*) nach (IPCC(2006)-10.77, Table 10A-4; IPCC(2006)-10.44, Table 10.17)

Größe	Betrag	Einheit
B_o	0,24	m^3 kg^{-1} CH_4
***MCF* Flüssigmistsysteme**		
mit Schwimmdecke	temperaturabhängig, 0,10 bis 0,15	kg kg^{-1} C
ohne Schwimmdecke	temperaturabhängig, 0,17 bis 0,25	kg kg^{-1} C
***MCF* Festmist**	0,02	kg kg^{-1} C
***MCF* Tiefstreu**	temperaturabhängig, 0,17 bis 0,25	kg kg^{-1} C
***MCF* Weidegang**	0,01	kg kg^{-1} C

6.2.2.2 Methodische Aspekte und Anforderungen CRF/NFR 4.B (NH_3, N_2O, NO und N_2)

Zur Berechnung der Verluste von gasförmigen N-Spezies wird seit 2004 das Massenfluss-Verfahren nach EMEP/CORINAIR angewandt (siehe hierzu DÄMMGEN et al., 2008). Es behandelt *alle* Flüsse von N-Spezies nacheinander und nebeneinander nach dem in Abbildung 25 wiedergegebenen Schema.

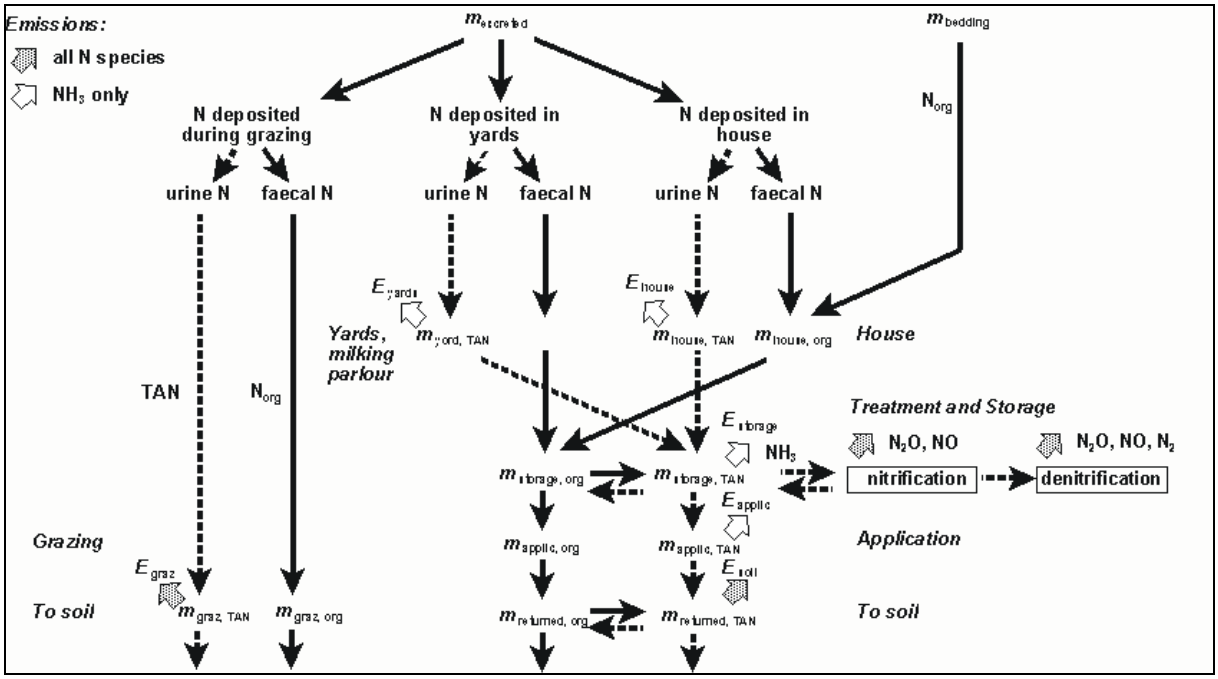


Abbildung 25: Stickstoff-Flüsse im Wirtschaftsdünger-Management einer Säugetier-Kategorie.[55]

Erster Schritt ist die Bestimmung der Mengen von ausgeschiedenem N ($m_{excreted}$) und von leicht umsetzbarem TAN (total ammoniacal nitrogen) im Harn von Säugetieren bzw. von Harnsäure bei Vögeln. Die Harnsäure wandelt sich teilweise in TAN um. Die Aufteilung der Ausscheidungen auf Weide und Stall berücksichtigt die Weidezeiten und das Tierverhalten. Bei den Rindern, Schafen und Pferden werden im Stoffffluss-Modell zusätzlich die Dauer der Weideperiode, die mittlere Weidedauer pro Tag und die mittleren Aufenthalte im Melkstall zur Aufteilung der Exkremente auf Weide und Stall herangezogen.

Die Emissionen aller N-Spezies auf der Weide geschehen gleichzeitig. Die Berechnungen erfolgen nach IPCC (2006) bzw. EMEP (2006).

Im Stall kommt es zu TAN-Verlusten durch Emission von NH_3. Im restlichen TAN verbleibendes N ist Quelle von Emissionen von NH_3, N_2O, NO und N_2 im Lager. Das Ausmaß der Emissionen ist im Prinzip eine Funktion der Lagerungsart und der Temperatur.

Die Gesamtemissionen an N_2O werden gemäß IPCC (2006) nach folgender Gleichung bestimmt:

Gleichung 8: Bestimmung der N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management

$$E_{N2O-N} = \sum_{i,j} n_i \cdot m_{ex,i} \cdot x_{i,j} \cdot EF_j$$

mit E_{N2O-N} N_2O-N-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management [kg a^{-1} N]

[55] Durchgezogene Linien: organisch gebundenes N; gestrichelt: TAN;
horizontale Flüsse versinnbildlichen Immobilisierung und Mineralisierung;
breite Pfeile beschreiben Emissionen:

- E_{yard}: NH_3-Emissionen von befestigten Flächen einschließlich Melkstall;
- E_{house}: NH_3-Emissionen aus dem Stall;
- $E_{storage}$ NH_3-, N_2O-, NO- and N_2-Emissionen aus dem Lager;
- E_{applic} NH_3-Emissionen während und nach der Ausbringung;
- E_{graz}: NH_3-, N_2O-, NO- and N_2-Emissions während des und nach dem Weidegang;
- $E_{returned}$ N_2O-, NO- and N_2-Emissionen aus dem Boden (zu Einzelheiten siehe DÄMMGEN et al., 2006)

n_i	Anzahl der besetzten Tierplätze der Kategorie i [Anzahl Plätze]
$m_{ex,i}$	mittlere jährliche N-Ausscheidung der Kategorie i [kg Platz^{-1} a^{-1} N]
$x_{i,j}$	Anteil der jährlichen Ausscheidungen einer Kategorie i, die einem bestimmten Wirtschaftsdünger-Management-System j unterliegt [kg kg^{-1}]
$EF_{N2O-N, J}$	N_2O-Emissionsfaktor für Wirtschaftsdünger-Management-System j, bezogen auf die N-Ausscheidung [(kg N_2O-N) (kg N)$^{-1}$]

Der bei IPCC (2006) genannte N_2O-Emissionsfaktor bezieht sich auf die ausgeschiedene bzw. im Lager befindliche N-Menge. Mangels besserer Beziehungen wird die N_2O-Emission auch hier auf diese Menge bezogen, jedoch von der verbleibenden TAN-Menge subtrahiert. Entsprechend wird mit NO und N_2 verfahren. Während der Lagerung wird ein Teil des organisch gebundenen N mineralisiert($N_{org} \rightarrow$ TAN).

Die Verluste bei der Ausbringung werden lediglich für NH_3 berechnet. Sie beziehen sich auf die TAN-Menge, die nach der Lagerung im Wirtschaftsdünger verfügbar ist. Die entsprechenden partiellen Emissionsfaktoren werden EMEP (2002b) entnommen.

Gemäß IPCC (2000, 2006) sind die Parameter der o.a. Formel 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. Deutschland verfügt nicht über entsprechende Datensätze. In IPCC (2006) befinden sich jedoch auch Default-Werte für N_2O-Emissionsfaktoren (IPCC, 2006, S. 10.62, Tabelle 10.21). Die Werte sind in Tabelle 90 angegeben.

Tabelle 90: Partielle Emissionsfaktoren für Stickstoffoxide und Distickstoff für Emissionen aus dem Lager von Wirtschaftsdüngern (bezogen auf ausgeschiedenes N)

Spezies	Wirtschaftsdünger	Emissionsfaktor [kg kg^{-1} N]
N_2O-Emissionen	Flüssigmist mit Schwimmdecke	0,005
	Flüssigmist ohne Schwimmdecke	0,000
	Flüssigmist unterhalb Spaltenboden	0,002
	Festmist (kein Umsetzen)	0,005
	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
N_2-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 N_2 wurden aus den N_2O-Emissionsfaktoren abgeleitet, in Übereinstimmung mit Experimenten in Großbritannien JARVIS & PAIN (1994):

$EF_{N2O} = 10\ EF_{NO} = 1/3\ EF_{N2}$

Die gleichen Faktoren werden in Großbritannien, der Schweiz und in Dänemark verwendet.

Alle in Deutschland üblichen Stallkategorien werden berücksichtigt. Über die Häufigkeitsverteilungen wird aggregiert bei HAENEL et al. (2008), informiert.

Die Angaben werden für jeden Landkreis mit Hilfe des Agrarsektormodells RAUMIS (HEINRICHSMEYER et al., 1996) ermittelt. Im Prinzip resultiert für jede Tierkategorie und jeden Kreis in jedem Jahr ein anderer Emissionsfaktor (DÄMMGEN et al., 2008).

Nach der Hauptquellgruppenanalyse gehören die N_2O-Emissionen der Kategorie 4.B nicht zu den Hauptquellgruppen. Aus diesem Grunde kann eine einfache Methode (Tier-1-Ansatz) für die Berechnung herangezogen werden. Dennoch wird im Hinblick auf die mit dem gleichen Datensatz berechneten Ammoniak-Emissionen ein komplexeres sog. detailliertes Verfahren (EMEP-Bezeichnung) eingesetzt. Es entspricht einem Tier-2-Ansatz. Dabei wird mit nationalen, teilweise mit regionalen Daten für die N-Ausscheidung gearbeitet (siehe Kapitel 6.2.2.4).

6.2.2.3 Relevante Tierzahlen

Im Regelfall werden die Emissionen N-haltiger Verbindungen einer Tierkategorie mit den Tierzahlen der Gesamtpopulation berechnet. Bei den *Rindern* erfolgt eine Aufteilung in Milchkühe, Kälber, Mastbullen, Färsen, Mutterkühe und Zuchtbullen. Bei den *Schweinen* werden Sauen, Aufzuchtferkel, Mastschweine und Eber getrennt behandelt. Die Emissionsfaktoren für Sauen schließen die Emissionen der Saugferkel ein. Bei Rindern und Schweinen müssen die Tierzahlen der Offizialstatistik so umgerechnet werden, dass sie den Anforderungen des Massenfluss-Verfahrens hinsichtlich homogener Populationen genügen.

Bei den *Schafen* werden die Emissionen der N-Spezies aus den wegen Änderung des Agrarstatistikgesetzes korrigierten Angaben für die Lämmer und die sonstigen Schafe berechnet. Die Emissionen von CH_4 dagegen werden aus den Zahlen der Gesamtpopulation der Schafe bestimmt (vgl. DÄMMGEN, 2005).

Die Zahlen für Pferde werden nur teilweise durch die amtlichen Tierzählungen erfasst. Die Tierzählungsdaten werden außerdem korrigiert, um die Einflüsse der Änderung des Agrarstatistikgesetzes zu kompensieren (vgl. DÄMMGEN, 2005).

Bei Junghühnern sind die Angaben der Tierzählungen nicht geeignet, um homogene Tierkategorien hinsichtlich der Ausscheidungen zu definieren. Die Zahlen der Junghennen wurden aus denen der Legehennen abgeleitet (HAENEL & DÄMMGEN, 2007a).

Bei Puten sind Fütterung und Gewicht von Hähnen und Hennen so unterschiedlich, dass sie getrennt betrachtet werden müssen. Als Schlüssel dienen die aus Brütereien erhaltenen Geschlechterverhältnisse bzw. Literaturdaten. Einzelheiten gehen aus DÄMMGEN et al. (2008) hervor.

6.2.2.4 Ausscheidungen

C-Spezies:

Die Berechnung der Ausscheidungen von volatile solids basiert bei Rindern, Schweinen und Geflügel (außer bei Gänsen) auf Tier-2-Rechnungen des Energie- und Stoff-Umsatzes. Für alle übrigen Tiere wurden die Default-Werte nach IPCC (2006: Tabellen 10A-9 und 10A-6) übernommen, die Ausscheidungen der Kleinpferde und Ponys wurden analog zur Reduktion des Energiebedarfs aus denen für Großpferde abgeleitet:

Schafe	0,40	kg Platz^{-1} d^{-1} C
Ziegen	0,30	kg Platz^{-1} d^{-1} C
Großpferde	2,13	kg Platz^{-1} d^{-1} C
Kleinpferde und Ponys	1,38	kg Platz^{-1} d^{-1} C
Büffel	3,9	kg Platz^{-1} d^{-1} C

VS-Ausscheidungen für Gänse konnten nicht berechnet werden. Ein aktueller Defaultwert existiert ebenfalls nicht, vgl. IPCC(2006), Table 10A-9.

Die Berechnung der NMVOC-Emissionen wird über die berechnete Menge an NH_3-Emissionen ermittelt, da die beiden Stoffgruppen über den Mechanismus der Bildung miteinander verknüpft sind.

N-Spezies:

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. Die ausführliche Beschreibung findet sich in DÄMMGEN et al. (2008), die Bewertung des Verfahrens in DÄMMGEN & LÜTTICH (2005). Dieses Rechenverfahren liefert auch die TAN-Ausscheidungen.

Für männliche Mastrinder und junge weibliche Rinder werden die N-Ausscheidungen als Funktion von Gewichtszunahme, Endgewicht und Futtereigenschaften berechnet. Für Kälber, Mutterkühe und Zuchtbullen werden nationale Daten aus der Literatur verwendet. Zu Einzelheiten siehe DÄMMGEN et al. (2008).

Für Schweine werden die N-Ausscheidungen aus der Tierleistung (bei Sauen: Zahl der Ferkel pro Jahr, bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen der Gewichtszunahme) sowie den Gewichten und der Futterzusammensetzung ermittelt. Bei Ebern lagen Daten zur Ernährung zugrunde.

Für Legehennen, Junghennen, Masthähnchen und -hühnchen, Putenhähne und Putenhennen werden die Ausscheidungen als Funktion von Gewichtszunahme, Endgewicht und Futtereigenschaften berechnet. Bei den Legehennen kommt zusätzlich die Legeleistung hinzu (HAENEL & DÄMMGEN, 2007a, 2007b, DÄMMGEN et. al., 2008). Für alle anderen Tiere wurden die Angaben zu den N-Ausscheidungen der deutschen Literatur entnommen (DÄMMGEN et al., 2008). Im Einzelnen wurden verwendet:

Kälber	18,3 kg Platz^{-1} a^{-1} N
Mutterkühe	82,0 kg Platz^{-1} a^{-1} N
Zuchtbullen	84,0 kg Platz^{-1} a^{-1} N
Eber	27,7 kg Platz^{-1} a^{-1} N

Schafe ohne Lämmer	10 kg	Platz^{-1} a^{-1} N
Lämmer	3 kg	Platz^{-1} a^{-1} N
Ziegen	11 kg	Platz^{-1} a^{-1} N
Großpferde	53,6 kg	Platz^{-1} a^{-1} N
Kleinpferde	33,4 kg	Platz^{-1} a^{-1} N
Gänse	0,55 kg	Platz^{-1} a^{-1} N
Enten	0,74 kg	Platz^{-1} a^{-1} N
Büffel	70,0 kg	Platz^{-1} a^{-1} N

Bei Tieren mit Lebensdauern < 1 a wurden die Zahlen für Tierplätze bei durchschnittlicher Umtriebszeit berechnet.

Der Anteil an leicht umsetzbarem Stickstoff (total ammoniacal N: TAN) am Gesamt-Stickstoff wurde wie folgt angesetzt:

Milchkühe, Färsen und Mastbullen	variabel
Kälber, Mutterkühe und Zuchtbullen	0,60 kg kg^{-1} N
Sauen	0,72 kg kg^{-1} N
Eber	0,70 kg kg^{-1} N
Aufzuchtferkel	0,66 kg kg-1 N
Mastschweine	variabel
Schafe	0,40 kg kg^{-1} N
Pferde	0,40 kg kg^{-1} N
Legehennen, Masthähnchen und -hühnchen	variabel
Junghennen	variabel
Putenhähne und Putenhennen	variabel
Enten	0,54 kg kg^{-1} N
Gänse	0,70 kg kg^{-1} N
Büffel	0,50 kg kg^{-1} N

6.2.2.5 Weidegang, Stalltyp und Aufstallungsdauer

Bei den Rindern werden die Dauer der Weideperiode, die mittlere Weidedauer pro Tag und die mittleren Aufenthalte im Melkstall zur Aufteilung der Exkremente auf Weide und Stall herangezogen.

Alle in Deutschland üblichen Stallkategorien werden berücksichtigt (DÄMMGEN et al., 2008). Die Daten sind in den CRF-Berichtstabellen 4.B(a) und 4.B(b) (Additional Information) aggregiert zusammengestellt.

6.2.2.6 Gülle- und Mist-Aufbereitung

Zwischen aufbereiteten und unaufbereiteten Düngern müsste unterschieden werden (z.B. Gülle-Separation, Biogas-Gewinnung, Festmist-Kompostierung). Fehlende Hintergrund-informationen über die Aufbereitung von Düngern (Häufigkeitsverteilungen) oder fehlende Rechenverfahren (Festmist-Kompostierung) lassen vorläufig keine entsprechenden Berechnungen zu.

6.2.2.7 Lagerung

Zwischen festen und flüssigen Wirtschaftsdüngern wird unterschieden. Die in Deutschland gängigen Lagerungsverfahren und die Ausbildung von Schwimmdecken werden berücksichtigt. Entsprechende Angaben sind für Rinder und Schweinebetriebe flächendeckend vorhanden. Tägliche Ausbringung ist in Deutschland unüblich; offene Lagunen werden nicht benutzt. Wirtschaftsdünger werden nicht thermisch verwertet. In der CRF-Tabelle 4.B(b) werden die Häufigkeitsverteilungen der aggregierten Lagerungsformen angegeben.

6.2.2.8 Ausbringung

Die Art der Ausbringung und der Zeitpunkt der nachfolgenden Einarbeitung ist für die Berechnung der NH_3-Emissionen und die Bestimmung der dem Boden mit Wirtschaftdüngern zugefügten N-Mengen wichtig. Unterschieden werden für Gülle Breitverteilung, Schleppschläuche und Schleppschuhe, für Mist nur Breitverteilung. Ackerland (brach und mit Vegetation) und Grünland werden unterschieden. Einarbeitungszeiten werden gestuft berücksichtigt (< 1 h, < 4 h, < 6 h, < 12 h, < 24 h, ohne Einarbeitung).

6.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.B)

Die Unsicherheiten aus dem EMEP/CORINAIR-Handbuch (EMEP, 2003) gelten bis auf weiteres auch für Deutschland, d.h. etwa 6 % für die Tierzahlen (siehe auch DÄMMGEN, 2005) und 30 % für die Emissionsfaktoren von CH_4 und NH_3. Für die anderen Emissionsfaktoren sind die Fehler nicht bekannt. Für N_2O, NO und N_2 werden die Angaben aus IPCC (2006), S. 10.62 übernommen.

Bedingt durch die Änderung des Agrarstatistikgesetzes ist die Zeitreihe der amtlichen Statistik hinsichtlich der Tierzahlen inkonsistent, d.h. zwischen 1998 und 1999 tritt ein Bruch auf. Dies betrifft insbesondere Schafe und Pferde. Für beide Kategorien wurde ein Korrekturverfahren entwickelt und angewandt. Bei den Pferdezahlen ist zu beachten, dass bei landwirtschaftlichen Zählungen nur ein Teil der Pferde erfasst wird und die sog. Freizeitpferde oft nicht in landwirtschaftlichen Betrieben gehalten werden. Bei den Schafen rührt die Versetzung in der Zeitreihe daher, dass die Zählung im Mai auch Lämmer umfasst, die Zählung im Dezember dagegen nicht.

Die Zahlen zum Wirtschaftsdünger-Management sind aufgrund einer Datenbasis modelliert, die als unzureichend angesehen wird (Übertragung von Befragungsdaten in Modellkreisen auf weitere Kreise, vergleiche UBA, 2002a).

6.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.B)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, konnte nicht durchgeführt werden, da die Arbeitseinheit in einer Neustrukturierung begriffen war.

Die Daten werden auf Transkriptionsfehler zwischen den Originaldaten und den Kalkulationstabellen überprüft und auf Fehler bezüglich der Einheiten und Größenordnungen untersucht. Zukünftige QK/QS-Verfahren setzen die weitere Entwicklung der Methoden und die bessere Auflösung der Aktivitätsdaten voraus (siehe Kap. 6.1.4). Darüber hinaus ist eine bessere Datenlage zur Beschreibung des Wirtschaftsdünger-Managements notwendig.

Hierzu zählen insbesondere die Erfassung von Parametern zur Fütterung, Leistung (Schlachtgewicht, Mastdauer, etc.), Haltung (Weidegang, Stallform), Lagerungsform, Ausbringungspraktiken, etc. Diese Daten sollen zukünftig durch Befragungen seitens des Statistischen Bundesamtes erhalten werden.

Das vorliegende Inventar gibt zu nahezu allen Aktivitätsdaten, Emissionsfaktoren oder Daten, die zur Berechnung von Emissionsfaktoren dienen, Fehler bzw. Unsicherheiten und deren Häufigkeitsverteilung an. Aus den Einzelfehlern in den Termen einer komplexen Emissionsfunktion müssten mit einer Fehlerfortpflanzungsrechnung Gesamtfehler berechnet werden. Dies soll zukünftig geschehen, sofern die Ressourcen dies zulassen.

Der landwirtschaftliche Teil des 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). Die beanstandeten Mängel (Verwendung von Tier-1-Verfahren bei der Berechnung der Emissionen aus der Rinder- und der Schweinehaltung; Fehlen der Berechnungen für Ziegen) wurden beseitigt. Das Massenfluss-Verfahren wurde innerhalb der Expertengruppe EAGER überprüft und die in Europa erhaltenen Ergebnisse wurden miteinander verglichen. Die zusammenfassende Darstellung für Rinder findet sich in REIDY et al. (2008).

Im Abschlussbericht des „Initial Review under the Kyoto Protocol and Annual 2006 Review under the Convention“ wurde die Höhe des MCF für Flüssigmistsysteme nach IPCC (1996b) bzw. IPCC-GAUM (2000) diskutiert. Die im vorgelegten Inventar verwendeten MCF aus IPCC (2006) machen eine weitere Diskussion überflüssig. Die fehlenden Tabellen zur Verbesserung der Nachvollziehbarkeit der Rechnungen wurden in die Dokumentation (LÜTTICH et al., 2007) aufgenommen. Dies schließt insbesondere die Auflistung der pro Tierkategorie ausgeschiedenen N-Mengen im Hinblick auf die Verluste (Verluste nach CRF 4.B und 4.D) und die dem Boden zugeführten N-Mengen ein.

Ein Vergleich der erhaltenen Ergebnisse mit denen benachbarter Staaten lässt erkennen, dass die Emissionsfaktoren für Deutschland bei Milchkühen, bei den übrigen Rindern und bei Schweinen im üblichen Bereich liegen. Beim Geflügel fällt der mittlere deutsche Emissionsfaktor mit dem Default-Wert aus IPCC (1996b) zusammen. Die Diskussion wird dadurch erschwert, dass Deutschland hier bereits mit MCF aus IPCC (2006) arbeitet, die Vergleichsdaten jedoch zum Teil mit Daten aus IPCC (1996b) (kaltes Klima: 0,10 kg kg^{-1}) oder IPCC (2000) (kaltes Klima: 0,39 kg kg^{-1}) gewonnen wurden.

Tabelle 91: Methan-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Milchkühen verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (*IEF*) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter

	IEF_{CH4}	VS-Ausscheidungen	Häufigkeit von Flüssigmist-systemen	mittlerer *MCF* für Flüssigmist-systeme
	[kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]	[kg Platz^{-1} d^{-1}]	[%]	[%]
Österreich	20,36	4,23	18,95	39
Belgien	22,68		30,50	20
Tschechische Republik	14,0			
Dänemark	18,61	4,78	74,53	10
Deutschland	*19,62*	*3,10*	*83,5*	*13,5*
Frankreich	18,43	5,10	21,2	45 / 72
Niederlande	andere Quellkategorien für Rinder			
Polen	9,36	4,45	6,8	39
Schweiz	24,01	5,57		
Vereinigtes Königreich	25,24	3,44	30,6	39
IPCC-default	21 bis 29	5,1	27	

Quelle: UNFCCC 2008, Table 4.B(a)

Tabelle 92: Methan-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei übrigen Rindern verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (*IEF*) [56] und wichtiger emissionsrelevanter Parameter

	IEF_{CH4}	VS-Ausscheidungen	Häufigkeit von Flüssigmist-systemen	mittlerer *MCF* für Flüssigmist-systeme
	[kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]	[kg Platz^{-1} d^{-1}]	[%]	[%]
Österreich	7,4	1,95	23,85	39
Belgien	10,3		30,30	20
Tschechische Republik	6,0			
Dänemark	1,72	1,36	23,89	10
Deutschland	*5,68*	*1,37*	*62,21*	*13,3*
Frankreich	19,74	2,7	39,25	45 / 72
Niederlande	andere Quellkategorien für Rinder			
Polen	5,97	2,10	15,4	39
Schweiz	2,99			
Vereinigtes Königreich	4,30	2,65	6,0	
IPCC-default	6 bis 8	2,6	22,5	

Quelle: UNFCCC 2008, Table 4.B(a)

[56] IEF: berechneter Emissionsfaktor aus Emission und Rinderbestand (Kälber, Färsen, Mastbullen, Mutterkühen, Zuchtbullen). Angaben für D für das Jahr 2007, Daten anderer Länder für 2006.

Tabelle 93: Methan-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Schweinen verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (*IEF*) [57] und wichtiger emissionsrelevanter Parameter

	***IEF*$_{CH4}$**	**VS-Ausscheidungen**	**Häufigkeit von Flüssigmist-systemen**	**mittlerer *MCF* für Flüssigmist-systeme**
	[kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]	**[kg Platz^{-1} d^{-1}]**	**[%]**	**[%]**
Österreich	5,99	0,40	71,5	39
Belgien	8,60	0,50	100	20
Tschechische Republik	3,00			
Dänemark	2,66	0,40	92	10
Deutschland	4,55	*0,287*	*86,9*	*16,3*
Frankreich	20,93		83 bis 85	45 / 72
Niederlande	3,89			
Polen	6,54	0,50	28,6	39
Schweiz	3,08	0,50	93	
Vereinigtes Königreich	3,00		31,3	
IPCC-default	6 bis 8	0,50	“pit”: 70 %	

Quelle: UNFCCC 2008, Table 4.B(a)

Tabelle 94: Methan-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Geflügel verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (*IEF*) [58] und wichtiger emissionsrelevanter Parameter

	***IEF*$_{CH4}$**	**VS-Ausscheidungen**	**mittlere Tiergewichte**
	[kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]	**[kg Platz^{-1} d^{-1}]**	**[%]**
Österreich	0,08	0,10	1,10
Belgien	0,10	0,03	1,55
Tschechische Republik	0,08		
Dänemark	0,02	0,01	2,0
Deutschland	0,03	*0,021*	*2,25*
Frankreich	0,12	0,10	
Niederlande	0,03		
Polen	0,08	0,10	1,10
Schweiz	0,12	0,10	
Vereinigtes Königreich	0,08		
IPCC-default	0,02 bis 0,09	0,02 bis 0,07	

Quelle: UNFCCC 2008, Table 4.B(a)

6.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (4.B)

6.2.5.1 Quellenspezifische Rückrechnungen (CH_4)

Vorläufige Tierzahlen für 2006 wurden durch endgültige ersetzt

Bei Milchkühen wurde die Verdaulichkeit der Rationen neu bestimmt. Dies führt zu einem erheblichen Rückgang der ausgeschiedenen VS-Mengen.

[57] *IEF*: berechneter Emissionsfaktor aus Emission und Schweinebestand (Sauen, Aufzuchtferkel, Mastschweine, Zuchteber). Angaben für D für das Jahr 2007, Daten anderer Länder für 2006.

[58] *IEF*: berechneter Emissionsfaktor aus Emission und Geflügelbestand. Angaben für D für das Jahr 2007, Daten anderer Länder für 2006.

Bei Mastbullen wurde die Fütterung aktualisiert. Dadurch verändern sich die Ausscheidungen.

Bei Junghennen, Legehennen, Masthähnchen und –hühnchen und Puten wurden die Ausscheidungen erstmals nach einem Tier-2-Verfahren berechnet (HAENEL & DÄMMGEN, 2007a, b; DÄMMGEN et al., 2008). Die Ausscheidungen für Enten wurden dem nationalen Stand des Wissens angepasst.

Für Büffel wurde die Annahmen zum Wirtschaftsdüngermanagement geändert. Die Zeitreihe der Tierzahlen wurde vervollständigt.

Die in IPCC (2006) angegebenen *MCF* weichen z.T. erheblich von den in IPCC (1996b) und IPCC (2000) vorgegebenen Werten ab.

Die genannten Änderungen kompensieren sich teilweise. Die Unterschiede sind in den folgenden Tabellen erkennbar. Für Pelztiere liegt der Emissionsfaktor (Angaben für 2000) bei 0,68 kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4 Der Emissionsfaktor für Büffel erhöht sich von 3,1 kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4 auf 5,4 kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4.

Tabelle 95: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 angegebenen CH_4-Emissionen E_{CH4} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management insgesamt).

[Tg a^{-1} CH_4]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
NIR 2008	0,28	0,25	0,24	0,24	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
NIR 2009	0,30	0,26	0,26	0,26	0,27	0,26	0,27	0,26	0,27	0,27
[Tg a^{-1} CH_4]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
NIR 2008	0,25	0,26	0,25	0,24	0,23	0,24	0,24			
NIR 2009	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26		

Tabelle 96: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 angegebenen CH_4-Emissionsfaktoren IEF_{CH4} aus der Milchkuh-Haltung (Wirtschaftsdünger-Management).

[kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
NIR 2008	14,3	14,4	14,9	15,1	18,5	18,6	18,7	18,6	18,8	19,3
NIR 2009	13,8	14,3	14,6	14,9	17,6	17,7	17,7	17,7	17,9	18,4
[kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
NIR 2008	19,5	19,7	19,7	18,8	18,8	18,9	18,9			
NIR 2009	18,6	19,0	19,0	19,2	19,3	19,4	19,4	19,6		

Tabelle 97: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 angegebenen CH_4-Emissionsfaktoren IEF_{CH4} aus der Haltung der übrigen Rinder (Wirtschaftsdünger-Management).

[kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
NIR 2008	7,7	8,0	7,9	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,1	8,1
NIR 2009	5,6	5,6	5,8	5,8	5,4	5,4	5,6	5,5	5,6	5,6
[kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
NIR 2008	8,1	8,2	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0			
NIR 2009	5,7	5,8	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,7		

6.2.5.2 Quellenspezifische Rückrechnungen (NMVOC)

NMVOC-Emissionen werden unter Verwendung der jeweiligen NH_3-Emissionen für eine Tierart berechnet. Da hier Änderungen auftraten (siehe nachfolgendes Kapitel), mussten auch die NMVOC-Emissionen neu berechnet werden. Die Änderungen sind jedoch in Tabelle 98 nicht erkennbar.

Bei den Berechnungen für Schafe wurden Übertragungsfehler beseitigt.

Tabelle 98: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 angegebenen NMVOC-Emissionen E_{NMVOC} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management).

[Tg a^{-1} NMVOC]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
NIR 2008	0,33	0,29	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
NIR 2009	0,33	0,29	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
[Tg a^{-1} NMVOC]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
NIR 2008	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26			
NIR 2009	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26		

6.2.5.3 Quellenspezifische Rückrechnungen (NH_3, N_2O, NO, N_2)

Die Häufigkeitsverteilung von Haltungsverfahren von Nutztieren und die Zeiten des Weidegangs sowie von Lagerungs- und Ausbringungsverfahren für Wirtschaftsdünger wurden für die Jahre 2003 bis 2005 unter Zugrundelegung der statistischen Datensätze von 1999 in RAUMIS neu berechnet, da für 2003 kein konsistenter Datensatz verfügbar war.

Die in IPCC (2006) beschriebenen Änderungen der Emissionsfaktoren für N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management führen nicht nur zu einer Änderung der N_2O-Emissionen selbst, sondern auch zu proportionalen Änderungen der NO- und N_2-Emissionen. Dies hat z.T. erhebliche Änderungen der N- und TAN-Flüsse nach dem Lager zur Folge. Betroffen sind die NH_3-Emissionen bei der Ausbringung sowie alle indirekten N_2O-Emissionen.

Bei Milchkühen, Mastbullen, Kälbern, Mutterkühen, Schweinen und Büffeln wurden die N-Ausscheidungen aktualisiert.

Bei den Mastbullen, Legehennen, Masthähnchen und –hühnchen, Junghennen und Puten wurde die N-Ausscheidung detailliert (Tier 2) berechnet.

Bei Schafen wurde die relative Verteilung der Wirtschaftsmanagementsysteme geändert.

Bei den Ausscheidungen beim Weidegang von Schafen wurde ein Übertragungsfehler korrigiert. Die durch Ausbringung in den Boden gelangenden N-Mengen verringern sich dadurch.

Die N-Ausscheidungen (leistungsunabhängige nationale Standardwerte) von Pferden und Ponys wurden dem Stand des Wissens angepasst. Sauen werden jetzt leistungsabhängig berechnet. Dadurch ändert sich das Eingangsgewicht der Aufzuchtferkel geringfügig. Die Energiebetrachtungen und die resultierenden Berechnungen zum Kohlenstoff-Haushalt werden wie zuvor durchgeführt.

Als TAN-Gehalte der Ausscheidungen von Sauen und Ebern werden in diesem Inventar die international üblichen und für Deutschland gerechtfertigten Werte von 0,70 kg kg^{-1} N verwendet. Bei Mastschweinen und Aufzuchtferkeln werden die TAN-Gehalte nunmehr als Funktion von Leistung und Fütterung berechnet.

N-Ausscheidungen für Junghennen, Legehennen sowie der Masthähnchen und –hühnchen wurden leistungsabhängig berechnet. Die N-Ausscheidungen der Gänse, Enten und Puten wurden dem Stand des Wissens angepasst. Einige Transkriptionsfehler wurden beseitigt.

Die Emissionsfaktoren für NO- und N_2-Emissionen aus Wirtschaftsdüngern basierten im Vorjahr auf den Erkenntnissen zu den entsprechenden Emissionen aus Böden. Sie wurden durch experimentell bestimmte Daten aus dem Vereinigten Königreich ersetzt. Die

europäischen Länder, in denen Inventare von N-Spezies nach dem Massenfluss-Verfahren berechnet werden, wenden diese Faktoren einheitlich an.

Die Mengen des importierten Geflügelkots wurden nach Rücksprache mit niederländischen Kollegen neu bewertet. Ihre Menge verringert sich. Es gelang jedoch nicht, eine vollständige Zeitreihe von 1990 an zu erstellen.

Die NH_3-Emissionen und die NO-Emissionen ändern sich danach, wie aus den folgenden Tabellen hervorgeht:

Die daraus resultierenden Änderungen in den Emissionen gehen aus den folgenden Tabellen hervor:

Tabelle 99: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 angegebenen N_2O-Emissionen E_{N2O} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management)

[Gg a^{-1} N_2O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2008	13,2	11,7	11,3	11,2	9,4	9,7	9,5	9,4	9,4	9,6
2009	9,3	8,2	8,0	8,0	8,2	8,3	8,4	8,2	8,2	8,2
[Gg a^{-1} N_2O]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
2008	9,4	9,6	9,3	10,0	9,9	9,8	9,8			
2009	8,1	8,2	8,0	7,9	7,7	7,8	7,7	7,8		

Tabelle 100: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 angegebenen NO-Emissionen E_{NO} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management)

[Gg a^{-1} NO]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2008	1,8	1,6	1,5	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
2009	1,26	1,11	1,09	1,10	1,12	1,13	1,14	1,12	1,12	1,12
[Gg a^{-1} NO]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
2008	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3			
2009	1,11	1,12	1,09	1,08	1,06	1,06	1,04	1,06		

Tabelle 101: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 angegebenen NH_3-Emissionen E_{NH3} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management)

[Tg a^{-1} NH_3]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2008	0,62	0,54	0,53	0,53	0,52	0,52	0,52	0,51	0,51	0,51
2009	0,59	0,52	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,50	0,50	0,50
[Tg a^{-1} NH_3]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
2008	0,50	0,51	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49			
2009	0,50	0,51	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49	0,50		

6.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (4.B)

Die Methodik des Massenfluss-Modells und seine Parameter werden in internationaler Zusammenarbeit überprüft, erweitert und harmonisiert (REIDY et al., 2008). Schwerpunkte sind Festmistverfahren bei Schweinen sowie die Haltung von Masthähnchen und –hühnchen. Die Beschreibung der Entenhaltung wird im Hinblick auf die Anwendung eines Tier-2-Verfahrens zur Beschreibung der CH_4-, N_2O- und NH_3-Emissionen verbessert.

Die Verbesserung der Datenbasis zur Ableitung von Emissionsfaktoren wird Gegenstand eines Projektes sein, das in den Jahren 2007 bis 2009 durchgeführt wird. Die TAN-Gehalte der N-Ausscheidungen von Rindern sollen einheitlich mit einem Stoffwechsel-orientierten Modell beschrieben werden.

Die Häufigkeitsverteilungen für Stalltypen und Lagerverfahren, die bisher aus dem Agrarsektormodell RAUMIS erhalten wurden, sollen zukünftig direkt von Statistischen

Bundesamt zur Verfügung gestellt werden. Die Erhebung im Rahmen der Landwirtschaftszählung 2010 wird diese Merkmale abdecken.

6.3 Reisanbau (4.C)

In Deutschland wird kein Reis angebaut (NO).

6.4 Landwirtschaftliche Böden (4.D)

Die Quellgruppe Landwirtschaftliche Böden umfasst die direkten und indirekten Emissionen von Stickstoff-Spezies (N_2O und NO) sowie die CH_4-Konsumption von landwirtschaftlichen Böden und Pflanzenbeständen. Die Anwendung von Harnstoff-Düngern setzt CO_2 frei und wird unter CRF 5.G berichtet.

Der Quellgruppe 4.D Landwirtschaftliche Böden sind im ZSE Kulturen mit und ohne Düngeranwendung zugeordnet.

6.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.D)

CRF 4.D					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Agricultural Soil, Direct Soil Emissions (CRF 4.D.1)	l / t	N_2O	1,81 %	1,97 %	steigend
Agricultural Soil, Indirect Emissions (CRF 4.D.3)	l / -	N_2O	0,53 %	0,56 %	steigend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	IE	C	NO	NO	NO	C/D	C/D	NO	C	NO
EF Unsicherheiten in %		50				30-1000				
Unsicherheitenverteilung		N				-				
Methode EF-Ermittlung		C				C/D/T 1/T2				

Die Quellgruppe Landwirtschaftliche Böden (4.D) ist hinsichtlich N_2O-Emissionen für direkte und indirekte Emissionen eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe, für direkte Emissionen zusätzlich auch nach dem Trend.

EMEP (2004) stuft landwirtschaftliche Böden als Hauptquellgruppe für NH_3 ein.

Mikrobielle Umsetzungen (Nitrifikation und Denitrifikation) von Stickstoff-Verbindungen führen zu Lachgas-Emissionen. Die IPCC-Methodik setzt voraus, dass der Umsatz der Nitrifikation und Denitrifikation steigt, wenn mehr N in den Boden gelangt. Daher ist die Höhe des N-Eintrags eine wichtige Größe bei der Ermittlung der Emissionen von N-Spezies. Das Ausmaß der Umsätze ist allerdings von einer Reihe anderer Bodenparameter abhängig (wassergefüllter Porenraum, Temperatur, C-Gehalte), die in der IPCC-Methodik unberücksichtigt bleiben. Das verbesserte EMEP-Verfahren (EMEP, 2003) setzt die Verfügbarkeit detaillierter Bodendaten voraus, die zurzeit nicht vorliegen.

Als direkte N-Einträge gelten die Anwendung von Mineral- und Wirtschaftsdüngern, die Klärschlamm-Aufbringung, der Leguminosenanbau, die Einarbeitung von Pflanzen-Rückständen in den Boden, der Eintrag von Tierexkrementen bei der Weidehaltung sowie die N-Mineralisierung bei der Bewirtschaftung von organischen Böden.

Das Inventar gibt Auskunft über direkte N_2O-, NO- und NH_3-Emissionen aus diesen Quellen, sofern Methoden beschrieben sind.

Indirekte N_2O-Emissionen aus der Landwirtschaft stammen aus Auswaschung und Oberflächenabfluss von gedüngten Flächen (einschließlich der Ausbringung von Klärschlämmen) und aus atmosphärischer Deposition von NH_3 und NO_x aus landwirtschaftlichen Quellen.

Die Ergebnisse der Rechnungen sind in Tabelle 102 dargestellt. Deutlich zu erkennen ist die Abnahme der N_2O-Emissionen in der ersten Hälfte der 1990er Jahre. N_2O- und NO-Emissionen bewegen sich seit Ende der 1990er Jahre im Wesentlichen auf gleich bleibendem Niveau. Die NH3-Emissionen liegen nach einer gewissen Abnahme Anfang der 1990er Jahre 2005 höher als 1990.

Tabelle 102: N_2O-, NO- und NH_3-Emissionen E_{N2O}, E_{NO} und E_{NH3} aus landwirtschaftlich genutzten Böden. (ohne NH_3-Emissionen aus Weidegang)

[Gg a^{-1} N_2O], [Gg a^{-1} NO] bzw. [Gg a^{-1} NH_3]	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
E_{N2O}	100,8	94,2	91,3	90,1	85,7	89,7	90,3	90,3	91,2	93,6
E_{NO}	96,6	89,2	86,0	84,0	78,2	83,0	83,6	83,4	84,5	87,4
E_{NH3}	74,6	67,0	62,0	66,9	62,2	69,8	70,0	71,5	73,6	79,4
[Gg a^{-1} N_2O], [Gg a^{-1} NO] bzw. [Gg a^{-1} NH_3]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
E_{N2O}	95,1	93,8	91,0	89,9	92,8	91,3	90,5	87,63		
E_{NO}	89,6	86,5	83,5	82,7	85,1	83,6	82,8	78,7		
E_{NH3}	82,1	86,1	85,5	84,8	88,5	81,3	87,3	84,2		

2007 kann ein Anteil von 29 % der N_2O-Emissionen aus Böden dem Einsatz von Mineraldüngern zugeordnet werden, 19 % der Bewirtschaftung organischer Böden, 16 % der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern, 11 % den indirekten Emissionen als Folge der Auswaschung und 10% den Ernterückständen. Der Rest setzt sich aus Weidegang, Klärschlamm, Leguminosen, und den indirekten Emissionen als Folge der Deposition reaktiver N-Spezies zusammen.

Bei den NH_3-Emissionen ist der aus der Anwendung von Mineraldüngern resultierende Anteil die bestimmende Größe gegenüber dem Anteil aus Leguminosen-Anbau: Er liegt bei 98 % im Jahr 1990 und 99 % im Jahr 2007.

Pflanzenbestände sind im Prinzip immer auch Quellen von flüchtigen organischen Verbindungen. Eine Schätzung entsprechender Emissionen für wichtige Fruchtarten wurde vorgenommen (Tabelle 103).

Landwirtschaftliche Böden sind Senken für atmosphärisches Methan, das von methanotrophen Bakterien oxidiert wird (Tabelle 104).

Bei der Düngung mit Harnstoff wird CO_2 freigesetzt (Tabelle 105).

Tabelle 103: NMVOC-Emissionen E_{NMVOC} aus landwirtschaftlichen Pflanzenbeständen.

[Mg a^{-1} NMVOC]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E_{NMVOC}	0,151	0,194	0,191	0,193	0,194	0,194	0,176	0,188	0,201	0,221
[Mg a^{-1} NMVOC]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
E_{NMVOC}	0,210	0,218	0,236	0,228	0,235	0,243	0,254	0,269		

Tabelle 104: CH_4-Konsumption E_{CH4} landwirtschaftlicher Böden.

[Tg a^{-1} CH_4]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E_{CH4}	0,032	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031
[Tg a^{-1} CH_4]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
E_{CH4}	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030		

Tabelle 105: CO_2-Emission E_{CO2} aus der Anwendung von Harnstoff.

[Tg a^{-1} CO_2]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E_{CO2}	0,48	0,43	0,40	0,45	0,42	0,48	0,48	0,50	0,52	0,56
[Tg a^{-1} CO_2]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
E_{CO2}	0,58	0,64	0,65	0,63	0,67	0,60	0,65	0,64		

6.4.2 Methodische Aspekte und Anforderungen (4.D)

In IPCC (2006), S. 11.6 ff. werden die Tier-1-, Tier-2- und Tier-3-Verfahren für die Ermittlung **direkter Lachgas-Emissionen** aus landwirtschaftlichen Böden beschrieben. Das Tier-1-Verfahren wendet auf die unterschiedlichen N-Einträge default-Emissionsfaktoren an. Das Tier-2-Verfahren setzt die Kenntnis von Emissionsfaktoren etwa für unterschiedliche Mineraldünger und unterschiedliche Böden voraus. Entsprechende Daten fehlen für Deutschland. Angewendet wurde deshalb das Tier-1-Verfahren.

Prinzipiell erfolgt die Berechnung bei beiden Verfahren in folgenden Schritten:

1. Bestimmung des N-Eintrags durch die landwirtschaftliche Aktivitäten
2. Bestimmung der Emissionsfaktoren für die einzelnen N-Eintragsarten
3. Berechnung der Gesamtemissionen

Das Tier-1-Verfahren nennt zwei Emissionsfaktoren, einen für die Emissionen durch N-Einträge und einen für die Emissionen aus der Bewirtschaftung organischer Böden (IPCC, 2006: S. 11.7):

Gleichung 9: Tier-1-Verfahren zur Bestimmung der direkten N_2O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden

$$E_{N_2O,\,direkt} = \left[\left(m_{SN} + m_{AM} + m_{BN} + m_{CR} + m_{SS}\right) \cdot EF_1 + \left(A_{OS} \cdot EF_2\right)\right]$$

mit
$E_{N2O,\,direkt}$ N_2O-Emissionen [kg a^{-1} N]
m_{SN} N-Eintrag mit Mineraldüngern, bereinigt um NH_3- und NO_X-Emission [kg a^{-1} N]
m_{AM} N-Eintrag mit Wirtschaftsdüngern, bereinigt um NH_3- und NO_X-Emission [kg a^{-1} N]
m_{BN} N-Fixierung durch Leguminosen [kg a^{-1} N]
m_{CR} N-Einträge mit Pflanzenreste [kg a^{-1} N]
m_{SS} N-Eintrag mit Klärschlämmen [kg a^{-1} N]
EF_1 Emissionsfaktor für Emissionen aus den N-Einträgen [EF_1 = 0,01 kg kg^{-1} N]
A_{OS} Fläche bewirtschafteter organischer Böden [ha]
EF_2 Emissionsfaktor für Emissionen aus der Bewirtschaftung organischer Böden [EF_2 = 8 kg ha^{-1} a^{-1} N]

N_2O-Emissionen aus denjenigen N-Mengen, die aus der biologischen N-Fixierung stammen, werden nach IPCC (2006), S. 11.6 als vorläufig nicht relevant angesehen.

Die N_2O-Emissionen aus den Tierexkrementen bei Weidehaltung sollen ebenfalls unter den direkten Emissionen aus Böden berichtet werden, die Methodenbeschreibung und DefaultEF finden sich in IPCC (2006).

Die Berechnung der **indirekten Emissionen** geschieht in folgenden Schritten:

1. Bestimmung der indirekten N-Zufuhr durch die Bestimmung der N-Verluste aus der Landwirtschaft durch Emission, Oberflächenabfluss, Auswaschung und Abwasserentsorgung
2. Bestimmung der Emissionsfaktoren für die einzelnen Eintragsarten
3. Berechnung der Gesamtemissionen

Die Gleichung zur Bestimmung der indirekten N_2O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden lautet:

Gleichung 10: Tier-1-Verfahren zur Bestimmung der indirekten N_2O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden

$$E_{N2O,indirekt} = E_{N2O,ge} + E_{N2O,l} + E_{N2O,s}$$

mit	$E_{N2O,\ indirekt}$	indirekte N_2O-Emissionen [kg a^{-1} N_2O]
	$E_{N2O,ge}$	N_2O-Emission aus der Emission von NO_x und NH_3 aus Dünger, Mist und Gülle und deren nachfolgender atmosphärische Deposition [kg a^{-1} N_2O]
	$E_{N2O,l}$	N_2O-Emission aus Oberflächenabfluss und Auswaschung aufgebrachter Dünger] [kg a^{-1} N_2O]
	$E_{N2O,s}$	N_2O-Emission aus der Entsorgung von Abwässern in Oberflächengewässer [kg a^{-1} N_2O]

Da Deutschland die Emissionen von N-Spezies nach dem Massenfluss-Verfahren berechnet, werden diese Emissionen direkt in die Berechnungen der indirekten Emissionen eingebracht. Eine Entsorgung von Abwässern in Oberflächengewässer findet nicht statt (NO).

Die Berechnungsmethoden folgen in den meisten Fällen den Vorgaben der einfacheren Methode, wie sie im CORINAIR-Handbuch beschrieben ist (EMEP, 2003). Spezifische Einzelheiten gehen aus den folgenden Abschnitten hervor.

6.4.2.1 Methan-Konsumption von landwirtschaftlichen Böden (4.D)

Die Berechnung der CH_4-Deposition beruht auf einem Vorschlag von BOECKX & VAN CLEEMPUT (2001), die die verfügbaren Ergebnisse europäischer Messungen zusammenfassen. Unterschieden werden danach Grünlandflächen (EF_{CH4} = -2,5 kg ha^{-1} a^{-1} CH_4) und Ackerland bzw. Land für Gemüsebau (EF_{CH4} = - 1,5 kg ha^{-1} a^{-1} CH_4). (siehe hierzu die ausführlichere Schilderung in DÄMMGEN et al., 2008).

6.4.2.2 Emissionen von flüchtigen Kohlenstoff-Verbindungen ohne Methan aus landwirtschaftlichen Böden und Kulturen (erste Schätzung) (4.D)

Die Größenordnung der NMVOC-Emissionen aus Pflanzen wurde anhand des im CORINAIR-Handbuch angegebenen Verfahrens geschätzt (EMEP, 2006). In diesem Inventar wird auf den ausführlicheren Satz von Emissionsfaktoren von KÖNIG et. al. (1995) zurückgegriffen (zu Einzelheiten siehe DÄMMGEN et al., 2008).

6.4.2.3 Distickstoffoxid- und Stickstoffmonoxid-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (Düngeranwendung) (4.D)

Die Berechnung beruht auf der Annahme, dass die Emission der beiden Gase den N-Einträgen ins System im Mittel proportional ist. Die N-Einträge aus Mineraldüngern werden der amtlichen Statistik entnommen. Als Aktivitätsdaten dienen die (je Bundesland) verkauften Mineraldünger-Mengen. Die Einträge aus Wirtschaftsdüngern ergeben sich aus den Berechnungen der N-Flüsse im Wirtschaftsdünger-Management. (Zu Einzelheiten siehe DÄMMGEN et al., 2008). Der Emissionsfaktor für N_2O (0,01 kg kg^{-1} N) wurde IPCC 2006, Table 11.11 entnommen, der für NO (0,012 kg kg^{-1} N) STEHFEST & BOUWMAN (2006).

6.4.2.4 Ammoniak-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (Anwendung von Mineraldüngern) (4.D)

Die Berechnung von NH_3-Emissionen aus der Anwendung von Mineraldüngern berücksichtigt die Dünger-Art (Harnstoff, Kalkammonsalpeter usw.), die mittlere Frühlingstemperatur und das gedüngte System (Ackerland, Grünland). Unter der Annahme, dass Präferenzen für die Nutzung einer Düngeart nicht existieren, wurden die eingesetzten Düngermengen für 1999 und 2003 je Landkreis, für alle anderen Jahre je Bundesland getrennt für Ackerland und Grünland berechnet. Erstmals wurde die Gemüseanbaufläche berücksichtigt und zu dem Ackerland hinzugezählt. Hieraus wurden die Emissionen gemäß folgender Gleichung erhalten:

Gleichung 11: Verfahren zur plausiblen Disaggregierung von Düngereinträgen. Berechnung der Mengen je Landkreis

$$m_{\text{fert, i, d}} = x_{\text{fert, d}} \cdot m_{\text{fert, i, sold}}$$

mit
- $m_{\text{fert, i, d}}$ Menge einer Düngerart i, die in einem Kreis/Land d angewendet wird [Gg a^{-1} N]
- $x_{\text{fert, i, d}}$ Anteil der in einem Kreis d ausgebrachten Menge der Düngerart i, bezogen auf die im Bundesland verkaufte Menge [kg kg^{-1}]
- $m_{\text{fert, i, sold}}$ Menge einer Düngerart i, die in einem Bundesland verkauft wurde [Gg a^{-1} N]

Gleichung 12: Verfahren zur plausiblen Disaggregierung von Düngereinträgen. Berechnung der Anteile eines Kreises am Gesamtverbrauch

$$x_{\text{fert, d}} = \frac{\sum_{\text{j}} A_{\text{j, d}} \cdot m_{\text{rec, j}}}{\sum_{\text{j}} A_{\text{j, FS}} \cdot m_{\text{rec, j}}}$$

mit
- $A_{\text{j, d}}$ Anbaufläche einer Frucht j im Kreis d [ha]
- $m_{\text{rec, j}}$ empfohlene Düngermenge für eine Frucht j [kg ha^{-1} N] (siehe Tabelle 106)
- $A_{\text{j, FS}}$ Anbaufläche einer Frucht j im Bundesland FS [ha]

Tabelle 106: Empfohlene Düngermengen

Frucht	Dünge-empfehlung kg ha^{-1} N	Quelle	Frucht	Dünge-empfehlung kg ha^{-1} N	Quelle
Winterweizen	220	LWK-NI (2007)	Endiviensalat	120	Hortigate (2005)
Sommerweizen	200	LWK-NI (2007)	Feldsalat	80	Hortigate (2005)
Roggen	150	LWK-NI (2007)	Kopfsalat	80	Hortigate (2005)
Wintergerste	190	LWK-NI (2007)	Lollosalat	80	Hortigate (2005)
Sommergerste	130	LWK-NI (2007)	Radicchio	80	Hortigate (2005)
Hafer	100	LWK-NI (2007)	Römischer Salat	100	Hortigate (2005)
Triticale	190	LWK-NI (2007)	Rucolasalat	80	Hortigate (2005)
Körnermais	180	LWK-NI (2007)	Sonstige Salate	80	Hortigate (2005)
Silomais	180	LWK-NI (2007)	Spinat	90	Hortigate (2005)
Raps	200	LWK-NI (2007)	Rhabarber	120	Hortigate (2005)
Zuckerrübe	160	LWK-NI (2007)	Spargel	80	Hortigate (2005)
Futterrübe	160		Stauden-/Stangensellerie	140	Hortigate (2005)
Klee, Klee-Gras-Gemische, Klee-Luzerne-Gemische (Feldfutterbau)	0		Knollenfenchel	140	Hortigate (2005)
			Knollensellerie	140	Hortigate (2005)
			Meerrettich	140	Hortigate (2005)
Luzerne	0		Möhren/Karotten	80	Hortigate (2005)
Gras (Feldfutterbau)	270	KTBL (2004), S. 301	Radies	70	Hortigate (2005)
Kartoffeln	160	LWK-NI (2007) (2003)	Rettich	100	Hortigate (2005)
Ackerbohnen	0		Rote Rüben (Rote Beete)	180	Hortigate (2005)
Futtererbsen	0		Einlegegurken	140	Hortigate (2005)
andere Hülsenfrüchte	0		Schälgurken	140	Hortigate (2005)
Weiden und Wiesen	130	KTBL (2004), S. 301	Speisekürbisse	120	Hortigate (2005)
Blumenkohl	220	Hortigate (2005)	Zucchini	170	Hortigate (2005)
Brokkoli	190	Hortigate (2005)	Zuckermais	150	Hortigate (2005)
Chinakohl	80	Hortigate (2005)	Buschbohnen	80	Hortigate (2005)
Grünkohl	160	Hortigate (2005)	Dicke Bohnen		Hortigate (2005)
Kohlrabi	130	Hortigate (2005)	Stangenbohnen	120	Hortigate (2005)
Rosenkohl	300	Hortigate (2005)	Frischerbsen	110	Hortigate (2005)
Rotkohl	190	Hortigate (2005)	Bundzwiebeln	150	Hortigate (2005)
Weißkohl	195	Hortigate (2005)	Speisezwiebeln	90	Hortigate (2005)
Wirsing	195	Hortigate (2005)	Petersilie	180	Hortigate (2005)
Eichblattsalat	80	Hortigate (2005)	Porree	160	Hortigate (2005)
Eissalat	120	Hortigate (2005)	Schnittlauch	200	Hortigate (2005)

Die relevanten Düngermengen werden der amtlichen Statistik entnommen, die Emissionsfaktoren EMEP (2006).

6.4.2.5 Kohlenstoffdioxid-Emissionen aus der Anwendung von Harnstoff (4.D)

Harnstoff ($(NH_2)_2CO$) reagiert mit Wasser (H_2O) gemäß

$(NH_2)_2CO + H_2O \rightarrow 2\ NH_3 + CO_2$.

Diese Umsetzung ist vollständig. Der Emissionsfaktor für CO_2 ist demzufolge 44/28, bezogen auf N in Harnstoff.

6.4.2.6 Distickstoffoxid- , Stickstoffmonoxid- Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (Leguminosen) (4.D)

IPCC (2006)-11.6 schlägt vor, N_2O-Emissionen aus Leguminosen nicht zu berechnen, da kein Anhaltspunkt für nennenswerte Emissionen besteht. Da NO aus den gleichen Quellen freigesetzt wird, wurden die Emissionsfaktoren für N_2O und NO mit Null angesetzt.

6.4.2.7 Distickstoffoxid- und Stickstoffmonoxid-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (Ernterückstände) (4.D)

Die mit den Ernterückständen im Boden verbleibenden N-Mengen werden aus der Anbaufläche und den kulturspezifischen N-Rückständen berechnet. Die N_2O- und NO-Emissionen aus der Umsetzung von Ernterückständen im Boden werden als den im Boden verbliebenen N-Mengen proportional betrachtet.

(Das angewendete Rechenverfahren ist bei IPCC(2006)-11.13 als Tier-2-Verfahren beschrieben.):

Gleichung 13: Bestimmung der Emissionen von N-Spezies aus Ernterückständen

$$E_{N2O,CR} = \left(\sum_i A_i \cdot x_{renew,i} \cdot x_{mow,i} \cdot y_i \cdot x_{DM,i} \cdot \left(a_{above,i} \cdot x_{N,above,i} + a_{below,i} \cdot x_{N,below,i} \right) - m_{N,straw} \right) \cdot EF_{N2O,CR} \cdot \beta \cdot \gamma_{N2O}$$

$$E_{NO,CR} = \left(\sum_i A_i \cdot x_{renew,i} \cdot x_{mow,i} \cdot y_i \cdot x_{DM,i} \cdot \left(a_{above,i} \cdot x_{N,above,i} + a_{below,i} \cdot x_{N,below,i} \right) - m_{N,straw} \right) \cdot EF_{NO,CR} \cdot \beta \cdot \gamma_{NO}$$

mit	$E_{N2O,CR}$	N_2O-Emission aus Ernterückständen [Gg a^{-1} N_2O]
	A_i	Anbaufläche einer Feldfrucht i [ha]
	$x_{renew,i}$	Anteil der Feldfrucht i, der jährlich geerntet wird [ha ha^{-1}]
	$x_{mow,i}$	1 / Anzahl der Ernten (Mähgänge) der Feldfrucht i pro Jahr
	y_i	Ertrag der Feldfrucht i [kg ha^{-1}]
	$x_{DM,i}$	Trockenmassegehalt der Feldfrucht i [kg kg^{-1}]
	$a_{above,i}$	Verhältnis von oberirdischer Biomasse zum Ertrag der Feldfrucht i [kg kg^{-1}]
	$x_{N,above,i}$	N-Gehalt der oberirdischen Biomasse der Ernterückstände einer Feldfrucht i [kg kg^{-1} N]
	$a_{below,i}$	Verhältnis von unterirdischer Biomasse zum Ertrag der Feldfrucht i [kg kg^{-1}]
	$x_{N,below,i}$	N-Gehalt der unterirdischen Biomasse der Ernterückstände der Feldfrucht i [kg kg^{-1} N]
	$m_{N,straw}$	N-Menge, die mit dem Stroh als Einstreu abgefahren wird [kg N]
	$EF_{N2O,CR}$	N_2O-Emissionsfaktor für Ernterückstände ($EF_{N2O,CR}$ = 0,01 kg kg^{-1} N_2O-N)
	β	Umrechnungsfaktor für Masseneinheiten (β = 10^{-6} Gg kg^{-1})
	γ_{N2O}	Umrechungsfaktor für Massen (γ_{N2O} = 44/28 g g^{-1} mol mol^{-1})
	$E_{NO,CR}$	NO-Emission aus Ernterückständen [Gg a^{-1} NO]
	$EF_{NO,CR}$	NO-Emissionsfaktor für Ernterückstände ($EF_{NO,CR}$ = 0,007 kg kg^{-1} NO-N)
	γ_{NO}	Umrechungsfaktor für Massen (γ_{NO} = 30/14 g g^{-1} mol mol^{-1})

Einzelheiten gehen aus Tabelle 107 hervor. Mit den Ernterückständen aus Gemüseanbau wird entsprechend verfahren (siehe DÄMMGEN et. al., 2008) Die Anbauflächen und Erträge werden der amtlichen Statistik entnommen, Für 1999 und 2003 wurden die Rechnungen für Landkreise vorgenommen.

Tabelle 107: Datengrundlage für die Berechnung von N_2O-, NO- und N_2-Emissionen aus Ernterückständen

Feldfrucht	Default-Erträge	Trocken-masse-Gehalte	$a_{above, i}$	$x_{N, above}$	$a_{below, i}$	$x_{N, below}$
	[kg ha^{-1}]	[kg kg^{-1}]	[kg kg^{-1}]	[kg kg^{-1} N]	[kg kg^{-1}]	[kg kg^{-1} N]
Winterweizen		0,89	0,9	0,0055	0,44	0,009
Sommerweizen		0,89	0,9	0,0055	0,56	0,009
Roggen		0,88	1,4	0,0055	0,53	0,011
Wintergerste		0,89	1,0	0,0055	0,44	0,014
Sommergerste		0,89	1,1	0,0055	0,46	0,014
Hafer		0,89	1,2	0,0055	0,55	0,008
Triticale		0,88	1,4	0,0055	0,53	0,008
Körnermais		0,65	1,3	0,0070	0,51	0,007
Silomais		0,30	1,2	0,0035	0,48	0,007
Raps		0,92	1,7	0,0070	0,59	0,010
Zuckerrübe		0,22	0,8	0,0029	0,36	0,014
Runkelrübe		0,22	0,3	0,0024	0,26	0,014
Klee, Klee-Gras-Mischungen, Klee-Luzerne-Mischungen (Feldfutterbau)	50000	0,15	0,5	0,0050	1,2	0,012
Luzerne	50000	0,20	0,3	0,0060	0,52	0,019
Gras (Feldfutterbau)	34000	0,15	0,5	0,0050	1,20	0,012
Kartoffel	0	0,22	0,1	0,0040	0,22	0,014
Ackerbohne	0	0,90	2,1	0,0150	0,59	0,022
Futtererbse	0	0,90	2,1	0,0150	0,59	0,022
Andere Hülsenfrüchte	0	0,90	2,1	0,0160	0,59	0,022
Wiesen und Weiden	45000	0,15	0,5	0,0050	1,2	0,012

Quellen: ausführliche Darstellung inkl. entsprechender Werte für Gemüse in DÄMMGEN et al. (2008)

Die Rechnungen benutzen Default-Emissionsfaktoren für die Berechnung der Emissionen aus Mineraldünger- und Wirtschaftsdünger-Anwendungen: EF_{N2O-N} = 0,01 kg kg^{-1} N (IPCC 2006: 11.11); EF_{NO-N} = 0,012 kg kg^{-1} N (STEHFEST & BOUWMAN, 2006); EF_{N2} = 0,08 kg kg^{-1} N (abgeleitet aus dem Verhältnis von N_2 zu N_2O-N, vgl DÄMMGEN et. al., 2008). Auf die in Ernterückständen gebundenen N-Mengen werden mit Ausnahme von EF_{NO-N} = 0,007 kg kg^{-1} N (EMEP, 2003: B1020-12) die gleichen Emissionsfaktoren angewendet.

Die Anbauflächen und Erträge sind bei HAENEL et al. (2008) zusammengestellt.

6.4.2.8 Distickstoffoxid-Emissionen aus organischen Böden (4.D)

Lachgas-Emissionen aus der Bewirtschaftung *organischer Böden* werden nach der einfacheren Methode errechnet. Hiernach sind die Emissionen proportional zur Fläche. Da es keine statistischen Daten zur Nutzung dieser Böden gibt, wurde die Fläche über Verschneidung von Landnutzungs- und Bodenkarten abgeschätzt (Einzelheiten hierzu siehe DÄMMGEN et al., 2008). Als Emissionsfaktor wurde der Default-Faktor $EF_{2CG, Temp}$ IPCC, 2006: Tabelle 11.1: 8 kg ha^{-1} a^{-1} N_2O-N verwendet.

6.4.2.9 Distickstoffoxid-Emissionen aus beim Weidegang ausgeschiedenen Exkrementen (4.D)

Die aus dem Weidegang resultierenden Emissionen von N-Spezies werden aus den anteiligen Ausscheidungen auf der Weide bei der Behandlung der Wirtschaftsdünger nach dem Massenfluss-Verfahren für jede Tierart kreisweise berechnet und für die Bundesländer

aufsummiert (Einzelheiten siehe DÄMMGEN et al., 2008). Die Höhe der N_2-Emissionen beeinflusst die Menge des in den Boden eingetragenen N.

Als Emissionsfaktoren werden verwendet (EMEP, 2003: B1020-8; IPCC, 2006-11.11):

NH_3	0,075 kg kg^{-1} N	(alle Tiere)
N_2O	0,02 kg kg^{-1} N	(Rinder, Büffel, Schweine, Geflügel)
N_2O	0,01 kg kg^{-1} N	(Schafe, Ziegen, Pferde)
NO	0,02 kg kg^{-1} N	(Rinder, Büffel, Schweine, Geflügel)
NO	0,01 kg kg^{-1} N	(Schafe, Ziegen, Pferde)
N_2	0,14 kg kg^{-1} N	(Rinder, Büffel, Schweine, Geflügel)
N_2	0,07 kg kg-1 N	(Schafe, Ziegen, Pferde)

6.4.2.10 Indirekte Distickstoffoxid-Emissionen als Folge atmosphärischer Deposition (4.D)

Die N_2O-Emissionen aus der atmosphärischen Deposition werden nach der folgenden Gleichung (Tier 1a) berechnet:

Gleichung 14: Bestimmung der indirekten N_2O-Emissionen aus Böden als Folge der Deposition von reaktiven N-Spezies aus der Landwirtschaft

$$E_{N2O,ge} = [(m_{N,fert} \cdot x_{fert}) + (m_{N,ex} \cdot x_{ex})] \cdot EF_4 \cdot \gamma_{N2O}$$

mit:

$E_{N2O,ge}$	N_2O-Emission aus der Emission von NO_x und NH_3 aus Düngern und deren nachfolgender atmosphärischer Deposition [Gg a^{-1} N_2O]
$m_{N, fert}$	Menge des aufgebrachten Mineraldüngers [Gg a^{-1} N]
x_{fert}	Anteil des Mineraldüngers, der als NH_3 oder NO_x emittiert wird [kg kg^{-1} N] (IPCC: $Frac_{GASF}$)
$m_{N,ex}$	Gesamtmenge an N in ausgebrachten Wirtschaftsdüngern [Gg a^{-1} N]
x_{ex}	Anteil des Wirtschaftsdüngers, der als NH_3, NO, N_2O oder N_2 emittiert wird [kg kg^{-1} N] (IPCC: $Frac_{GASM}$)
EF_4	Emissionsfaktor für N_2O-Emissionen aus atmosphär. Deposition [EF_4 = 0,01 kg kg^{-1} N]
γ_{N2O}	Umrechungsfaktor für Massen (γ_{N2O} = 44/28 g g^{-1} mol mol^{-1})

Die indirekten Emissionen umfassen N_2O-Emissionen als Folge atmosphärischer Deposition und als Folge von Auswaschung und Oberflächenabfluss. Dabei basieren die Daten zu NH_3- und NO-Emissionen auf ausgebrachten Mineraldüngern und dem Wirtschaftsdünger-Management. Daten zur Mineraldünger-Anwendung und zum Leguminosen-Anbau stammen aus der amtlichen Statistik. NH_3-Verluste werden nach EMEP (2003) berechnet und nicht nach IPCC (1996b) geschätzt. IPCC Default-Emissionsfaktoren kommen zur Anwendung (IPCC, 2006: Tab11.3).

6.4.2.11 Indirekte Distickstoffoxid-Emissionen als Folge von Auswaschung und Oberflächenabfluss (4.D)

N_2O-Emissionen als Folge von Auswaschung und Oberflächenabfluss werden nach einem einfachen Tier-1-Verfahren als proportional zum N-Eintrag in den Boden angesehen. Im CRF ist der diffuse Stickstoff-Austrag aus Mineral- und Wirtschaftsdüngern, Ernterückständen und N-Einträgen aus der Degradation organischer Böden als Quelle angegeben. Angaben zur letztgenannten Menge fehlen für Deutschland vorläufig. Gegenüber früheren Verfahren wird N aus der Stickstoff-Fixierung als nicht auswaschungsgefährdet angesehen. Für den auswaschbaren Anteil sowie für den Emissionsfaktor werden IPCC Default-Werte herangezogen (IPCC, 2006: Tabelle 11.3).

Die N_2O-Emissionen werden nach folgender Formel berechnet:

Gleichung 15: Bestimmung der indirekten N_2O-Emissionen aus Böden als Folge der Auswaschung von Stickstoff aus landwirtschaftlich genutzten Böden

$$E_{\mathrm{N2O,I}} = \left(m_{\mathrm{man}} + m_{\mathrm{fert}} + m_{\mathrm{SS}}\right) \cdot x_{\mathrm{leach}} \cdot EF_5 \cdot \gamma\ \mathrm{N2O}$$

mit:
- $E_{N2O,I}$ N_2O-Emission aus Auswaschung und Oberflächenabfluss [Gg a^{-1} N_2O]
- m_{man} N-Eintrag mit Wirtschaftsdüngern [Gg a^{-1} N]
- m_{fert} N-Eintrag mit Mineraldüngern [Gg a^{-1} N]
- m_{SS} N-Eintrag mit Klärschlämmen [Gg a^{-1} N]
- m_{CR} N-Eintrag mit Ernterückständen [Gg a^{-1} N]
- m_{MOS} N-Eintrag aus Mineralisation organischer Böden [Gg a^{-1} N]
- x_{leach} Anteil des auswaschbaren N [kg kg^{-1} N] [x_{leach} = 0,3 kg kg^{-1} N]
- EF_5 Emissionsfaktor für N_2O-Emissionen aus Auswaschung [EF_5 = 0,0075 kg kg^{-1} N]
- γ_{N2O} Umrechungsfaktor für Massen (γ_{N2O} = 44/28 g g^{-1} mol mol^{-1})

6.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.D)

Die Unsicherheiten sind in EMEP/CORINAIR (EMEP, 2003) dargestellt und gelten bis auf weiteres auch für Deutschland. Die dort ausführlich diskutierten Fehler lassen den Schluss zu, dass die Fehler bei den relevanten Flächen in der Größenordnung von 10 %, der Fehler bei den Emissionen in der Größenordnung von 50 % liegen. Die Zeitreihe ist konsistent.

6.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.D)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, konnte nicht durchgeführt werden, da die Arbeitseinheit in einer Neustrukturierung begriffen war.

Die Daten werden auf Transkriptionsfehler zwischen den Originaldaten und den Kalkulationstabellen überprüft und auf Fehler bezüglich der Einheiten und Größenordnungen untersucht. Zukünftige QK/QS-Verfahren setzen die weitere Entwicklung der Methoden und die bessere Auflösung der Aktivitätsdaten voraus (siehe Kapitel 6.1.4).

Deutschland hat zurzeit keine Zahlenbasis zur besseren Beschreibung von Datenqualität bzw. Unsicherheiten.

6.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (4.D)

6.4.5.1 Methan-Konsumption von landwirtschaftlichen Böden (4.D)

Es wurden keine quellenspezifischen Rückrechnungen vorgenommen.

6.4.5.2 Ammoniak-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (4.D)

Durch die erstmalige Verwendung der Gemüseanbauflächen und ihre Hinzuzählung zu den Ackerflächen bei der Ermittlung der NH_3-Emissionen aus der Anwendung von Mineraldüngern sinkt der Grünlandanteil an der insgesamt zu berücksichtigenden Fläche. Da die NH_3-Emissionsfaktoren für Grünland in einigen Fällen geringer sind als die für Ackerland, sind die neu berichteten Zahlen tendenziell etwas niedriger als zuvor. Andere Änderungen (größere Anbaufläche von Leguminosen durch Einbeziehung des Gemüseanbaus (Erbsen, Bohnen) sowie die Verwendung anderer Grundlagendaten zur Ableitung der mittleren Frühlingstemperaturen) sind ebenfalls Ursache von Veränderungen (siehe Tabelle 108).

Tabelle 108: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 angegebenen NH_3-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden (ohne NH_3-Emissionen aus Weidegang).

[Gg a^{-1} NH_3]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
NIR 2008	74,8	67,5	62,8	66,8	61,9	69,7	70,0	71,9	73,6	80,0
NIR 2009	74,6	67,0	62,0	66,9	62,2	69,8	70,0	71,5	73,6	79,4
[Gg a^{-1} NH_3]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
NIR 2008	84,1	87,3	86,7	86,1	90,0	82,7	82,7			
NIR 2009	82,1	86,1	85,5	84,8	88,5	81,3	87,3	84,2		

6.4.5.3 Distickstoffoxid- und Stickstoffmonooxid-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (4.D)

Die Zeitreihe der Aktivitäten für Klärschlämme wurde korrigiert und vervollständigt.

Bei der Berechnung der N_2O-Emissionen aus Böden wurden die NH_3- und NO-Emissionen vor der Bildung von N_2O berücksichtigt. $FRAC_{GASF}$ ist keine Konstante

N_2O aus Ernterückständen wurde erstmals nach IPCC-Verfahren ertragsabhängig berechnet.

Die Berechnung der N-Ausscheidungen in der Tierhaltung nach detaillierten Methoden bzw. deren Verbesserung (Rinder, Sauen, Legehennen, Masthähnchen und -hühnchen, Junghühner) und die Aktualisierung der N-Ausscheidungen (z.B. Enten, Puten) führten zu einer Veränderung der jeweiligen direkten Emissionen von NH_3 und NO. Dadurch ändern sich auch die indirekten Emissionen.

Die Berechnung der N-Flüsse mit dem Wirtschaftsdünger erfolgte mit den in IPCC (2006) angegebenen Emissionsfaktoren für N_2O. Dadurch änderten sich auch die NH_3-Flüsse und die N-Einträge in die Böden.

In IPCC (2006) wurden veränderte Emissionsfaktoren für die direkten Emissionen aus Mineraldüngern usw. (EF_1 in Gleichung 12??) angegeben. Für die Emissionen aus Wirtschaftsdüngern wurde nunmehr zwischen den Einträgen mit Schaf-, Ziegen- und Pferdemist und denen der übrigen Tiere unterschieden. Die N-Einträge mit N-Fixierung wurden nicht mehr berücksichtigt.

Die indirekten Emissionen aus Auswaschung und Oberflächenabfluss wurden mit einem deutlich verringerten Emissionsfaktor berechnet.

Die NO-Emissionen aus Mineraldünger, Wirtschaftsdünger und aus dem Weidegang wurden mit einem deutlich erhöhten Emissionsfaktor berechnet.

Beim Betrag der Ernterückstände wurden Übertragungsfehler korrigiert. Es wird berücksichtigt, dass dem System ein Teil des Strohs zu Einstreuzwecken in der Tierhaltung entzogen wird.

Tabelle 109: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 angegebenen direkten N_2O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden (einschließlich Weidegang).

[Gg a^{-1} N_2O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
NIR 2008	94,8	87,6	84,9	82,8	78,6	82,3	82,4	81,9	82,6	84,9
NIR 2009	79,3	74,7	72,5	71,5	67,9	71,1	71,6	71,7	72,3	74,2
[Gg a^{-1} N_2O]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
NIR 2008	86,3	84,3	82,1	81,5	82,6	81,9	81,9			
NIR 2009	75,5	74,4	72,2	71,3	73,7	72,5	71,8	69,4		

Tabelle 110: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 angegebenen indirekten N_2O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden.

[Gg a^{-1} N_2O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
NIR 2008	48,1	43,6	42,2	40,8	38,8	40,7	40,6	40,2	40,6	41,8
NIR 2009	21,5	19,5	18,8	18,6	17,8	18,6	18,7	18,7	18,9	19,3
[Gg a^{-1} N_2O]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
NIR 2008	42,7	41,6	40,6	40,6	40,7	40,2	40,2			
NIR 2009	19,5	19,5	18,9	18,7	19,1	18,9	18,7	18,2		

Tabelle 111: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 angegebenen NO-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden.

[Gg a^{-1} NO]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
NIR 2008	65,2	59,3	57,1	55,6	52,0	55,0	55,2	54,8	55,4	57,3
NIR 2009	96,6	89,2	86,0	84,0	78,2	83,0	83,6	83,4	84,5	87,4
[Gg a^{-1} NO]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
NIR 2008	58,3	56,5	54,6	54,1	55,1	54,4	54,4			
NIR 2009	89,6	86,5	83,5	82,7	85,1	83,6	82,8	78,7		

Tabelle 112: Vergleich der in NIR 2008 und NIR 2009 angegebenen NH_3-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden (einschließlich Weidegang).

[Tg a^{-1} NH_3]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
NIR 2008	0,091	0,082	0,077	0,082	0,075	0,083	0,084	0,086	0,087	0,094
NIR 2009	0,094	0,085	0,080	0,085	0,079	0,087	0,087	0,088	0,090	0,096
[Tg a^{-1} NH_3]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**			
NIR 2008	0,098	0,101	0,100	0,099	0,103	0,096	0,096			
NIR 2009	0,099	0,103	0,102	0,101	0,105	0,097	0,103	0,100		

6.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (4.D)

6.4.6.1 Ammoniak-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (4.D)

Eine verbesserte Berechnungen der N-Ausscheidungen wird eine Überarbeitung der Emissionen aus der gesamten Stickstoff-Kette nach sich ziehen.

6.5 Brandrodung (4.E)

Brandrodung wird in Deutschland nicht praktiziert (NO).

6.6 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)

CRF 5					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990- Anteil an der Gesamtemission**	**2007- Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Forest Land (5.A)	l / t	CO_2	5,56 %	7,22 %	steigend
Cropland (5.B)	l / t	CO_2	2,23 %	3,20 %	stegend
Grassland (5.C)	l / t	CO_2	1,03 %	1,38 %	steigend
Wetlands (5.D)	- / t	CO_2	0,18 %	0,28 %	steigend
Settlements (5.E)	l / t	CO_2	0,16 %	1,16 %	steigend

Die Quellgruppen Wälder (5.A), Ackerland (5.B), Grünland (5.C) und Siedlungsgebiete (5.E) sind für die CO_2-Emissionen Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe und dem Trend, für Feuchtgebiete (5.D) nur nach dem Trend.

7.1 Wälder(5.A)

Grundlage der Berichterstattung ist die Walddefinition der Bundeswaldinventur (BWI)[59]. In der Aufnahmeanweisung der BWI werden folgende Wald-Unterkategorien unterschieden:

- produktiver Wald, Holzboden[60]
- unproduktiver Wald[61], Holzboden[60]
- Wald, Blöße[62]
- Wald, Nichtholzboden[63]

Die Kategorien unproduktiver Wald und Blößen wurden bei den Berechnungen für die Treibhausgasinventare zum Wald hinzugezählt, während Nichtholzboden, in Anlehnung an die Walddefinition in der Entscheidung 11/CP.7 der 7. Vertragsstaatenkonferenz in Marrakesch (UNFCCC, 2002: S. 58) als Nicht-Wald herausgerechnet wurde.

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 für die an

[59] Wald im Sinne der BWI ist, unabhängig von den Angaben im Kataster oder ähnlichen Verzeichnissen, jede mit Forstpflanzen bestockte Grundfläche. Als Wald gelten auch kahlgeschlagene oder verlichtete Grundflächen, Waldwege, Waldeinteilungs- und Sicherungsstreifen, 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 1000 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. Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen im Wald sind Wald im Sinne der BWI (BMELF, 1990).

[60] Holzbodenfläche ist der Teil der Waldfläche, der mit Forstpflanzen bestockt ist und der Holzproduktion dient.

[61] Unproduktive Waldflächen sind Latschen- und Grünerlenfelder, Strauchflächen (jedoch keine Blößen) und sonstige gering bestockte oder wenig produktive Waldflächen (≤ 1 m³ dGZ/ha).

[62] Blößen sind vorübergehend unbestockte Holzbodenflächen.

[63] Zum Nichtholzboden gehören Waldwege, Schneisen und Schutzstreifen ab 5 m Breite, Holzlagerplätze, Forstbaumschulen, Saat- und Pflanzkämpe, Wildwiesen und Wildäcker, der forstlichen Nutzung dienende Hof- und Gebäudeflächen, mit dem Wald verbundene Erholungseinrichtungen sowie im Wald gelegene Felsen, Blockhalden, Kiesflächen und Gewässer. Auch im Wald gelegene Sümpfe und Moore gehören, wenn sie nicht zugewachsen sind, zum Nichtholzboden.

das Klimasekretariat zu übermittelnden Treibhausgasinventare, dem „Common Reporting Format“ (CRF), 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. Nach IPCC GPG-LULUCF (2003) verbleibt Neuwald mindestens 20 Jahre lang in dieser Kategorie und geht dann in die Kategorie „verbleibende Waldfläche“ über.

In Deutschland können Neuwaldzugänge mit den vorhandenen Daten in den alten Bundesländern nur bis 1987 zurückverfolgt werden; für die neuen Bundesländer konnte nur die Netto-Waldflächenzunahme seit 1993 abgeleitet werden.

7.1.1 Verbleibende Waldfläche (Forest Land remaining Forest Land) (5.A.1)

7.1.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (5.A.1)

Schadstoff	CO_2	CH_4	HFC	PFC	SF_6	N_2O	NO_X	CO	NMVOC	SO_2
Emissionsfaktor (EF)	CS									
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung	CS/T2 [64]									

Die Quellgruppe Verbleibende Waldfläche ist bisher nicht Gegenstand der Hauptquellgruppen-Analyse.

7.1.1.1.1 Änderungen in der Biomasse

Für die alten Bundesländer liegen Daten aus zwei Bundeswaldinventuren (Stichtage: 1.10.1987 und 1.10.2002) (BFH, 2004) vor. Die C-Vorräte nahmen in den Wäldern der alten Bundesländer zwischen den beiden Forstinventuren netto um 1,52 Mg/ha/a zu. Die Vorratsanreicherung ist auf die geringe Nutzung im Vergleich zum Zuwachs zurückzuführen. Für die neuen Bundesländer wurden wegen Fehlens einer der BWI I vergleichbaren Erstinventur die Daten der BWI II mit den Daten der Forsteinrichtung (BML, 1994) verglichen. Bei dem Vergleich zeigt sich eine deutliche Netto-C-Vorratsanreicherung von 3,01 Mg/ha/a.

Man muss annehmen, dass die Forsteinrichtungsdaten die Vorräte unterschätzen. Nimmt man für den Ausgangswert einen 10 % höheren (gleichmäßig über alle Baumarten verteilten) Gesamtvorrat an, so ergibt sich eine deutliche Netto-C-Vorratszunahme von 2,32 Mg/ha/a.

Die Wälder der Bundesrepublik Deutschland sind damit insgesamt ein Nettosenke für C.

7.1.1.1.2 Totholz, Streu und Böden

Für die Treibhausgasinventare wurde angenommen, dass sich diese Vorräte unter bestehendem Wald nicht ändern (entspricht „Tier-1“).

[64] Die Angabe CS/T2 bezieht sich auf die Ermittlung der Vorratsänderung in der Biomasse. Änderungen in Totholz, Streu und Boden wurden nach Tier 1 auf 0 geschätzt.

7.1.1.1.3 Sonstige Treibhausgasemissionen aus Wäldern

Angaben zu CO_2-Emissionen aus der Kalkung von Waldböden werden in der Kategorie 5.G. (Other) gemacht. Sie bewegen sich zwischen rund 75 und 210 Gg CO_2 pro Jahr mit abnehmender Tendenz.

Die Stickstoffdüngung von Wäldern ist in Deutschland nicht üblich. In CRF-Tabelle 5(I) wurde diese Aktivität daher als „NO“ bezeichnet. Für eine Berichterstattung über N_2O-Emissionen aus Entwässerung von Waldböden (CRF 5(II)) fehlt es an verlässlichen Daten.

Lachgasemissionen (N_2O) aus Waldböden wurden von BUTTERBACH-BAHL (2003) mit dem Modell PnET-N-DNDC für die Jahre 1990-1999 auf insgesamt rund 14 Gg pro Jahr geschätzt. Hierin sind jedoch „indirekte“ N_2O Emissionen enthalten, die auf Quellen außerhalb der Forstwirtschaft zurückzuführen sind und nicht Gegenstand der Treibhausgasinventare für Waldböden sind.

CO_2 aus Biomasse-Verbrennung ist wegen der Anwendung der „Stock-Change-Method“ bereits bei der Änderung der Biomassevorräte berücksichtigt und wird daher mit „IE“ angegeben.

Die Emissionen sonstiger Treibhausgase aus Waldbrand und der kontrollierten Verbrennung von Biomasse wurden als vernachlässigbar eingestuft und in Tabelle 5 (V) „Biomass burning“ mit „NO“ angegeben, weil in Deutschland nur geringe Flächen von Waldbränden betroffen sind und Schlagraum nur in Ausnahmefällen z.B. bei der Borkenkäferbekämpfung verbrannt wird. Das flächige Abbrennen von Vegetationsdecken ist in Deutschland verboten.

7.1.1.2 Methodische Aspekte (5.A.1)

7.1.1.2.1 Datenquellen

Grundlage für die Biomasse- und Flächenberechnungen sind die Daten der beiden Bundeswaldinventuren, die nach den Vorgaben der GPG-LULUCF (IPCC 2003) so aufbereitet wurden, dass sie den Anforderungen an die internationale Berichterstattungspflicht gerecht werden.

Die Bundeswaldinventur ist eine terrestrische Stichprobeninventur mit permanent markierten Probepunkten in einem 4 x 4 km Grundnetz, das auf Wunsch der Bundesländer regional verdichtet wird[65].

Die BWI I erstreckte sich nur über das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland in ihren Grenzen vor 1990 und Westberlin. Für die neuen Bundesländer mussten daher Forsteinrichtungsdaten aus der Veröffentlichung „Der Wald in den neuen Bundesländern“ (BML, 1994) herangezogen werden.

Für Totholz, Streu und Boden liegt mit der BWI II bzw. der Bodenzustandserhebung (BZE) erst je eine Inventur vor. Damit ist eine Einschätzung der C-Vorräte in diesen Kompartimenten, nicht aber ihrer Veränderung möglich.

Der bei der BWI II festgestellte Totholzvorrat von 11,5 m^3 / ha entspricht einem C-Vorrat von rund 2,6 Mg C / ha.

[65] weitere Information: http://www.bundeswaldinventur.de

Feinere Streu-Anteile sind Bestandteil der Humusauflage, die bei der BZE erhoben wurde. Die Kohlenstoffvorräte in der Humusauflage und den darunter liegenden ersten 30 cm Mineralboden wurden nach der 1987 bis 1993 durchgeführten ersten BZE auf rund 0,858 Pg C geschätzt (BMELF, 1997).

Die Daten zur Kalkung von Waldböden wurden aus der vom Statistischen Bundesamt veröffentlichten Düngemittelstatistik (DESTATIS, Fachserie 4, Reihe 8.2) und der Statistik der DDR hergeleitet. Seit 1993/94 werden die Ergebnisse für das vereinte Deutschland erhoben und veröffentlicht.

Angaben zu den Waldbrandflächen liegen seit 1992 in der amtlichen Waldbrandstatistik nach der Verordnung (EWG) Nr. 2158/92 des Rates vom 23. Juli 1992 zum Schutz des Waldes in der Gemeinschaft gegen Brände vor; Auszüge aus der Waldbrandstatistik in BML 1992ff.

7.1.1.2.2 Verbleibende Waldfläche

Die Waldflächen werden für die Berechnung der Biomassevorräte nach der Stock-Change-Method nicht benötigt, müssen jedoch in den CRF berichtet werden. Die Flächenangaben für einzelne Jahre beruhen auf linearer Interpolation.

In den alten Bundesländern hat die Gesamtwaldfläche (ohne Nichtholzboden) nach den Ergebnissen der beiden Bundeswaldinventuren zwischen 1987 und 2002 um 54,12 kha auf 7.693,72 kha zugenommen. Da nach IPCC GPG-LULUCF (2003) Neuwaldflächen 20 Jahre lang der Kategorie Neuwald zuzuordnen sind, nimmt die Kategorie „verbleibende Waldfläche“ jährlich um die Fläche ab, die von Wald in andere Bodennutzungsarten umgewandelt worden ist. Die „verbleibende Waldfläche“ sinkt daher von 7.626,14 kha (1990) auf 7.572,27 kha (2002).

Die Waldfläche ohne Nichtholzboden betrug in den neuen Bundesländern 1993 nach den Daten der Forsteinrichtung 2.852,5 kha und hat bis zur BWI II auf 3.027 kha zugenommen. Damit kann der Kategorie verbleibende Waldfläche („Forest land remaining Forest Land“) der erste Wert zugeordnet werden.

7.1.1.2.3 Herleitung der Vorratsveränderung nach der „Stock-Change-Method“ (Differenzmethode)

Die Bundeswaldinventuren liefern zu den Stichjahren 1987 mit ca. 230.000 (BWI I) und 2002 mit ca. 377.000 (BWI II) genau vermessenen Bäumen so gute Berechnungsgrundlagen, dass die „Stock-Change-Method“ der „Default-Method“ (inkrementale Hochrechnung, wie in den bisherigen Inventaren angewandt) vorgezogen werden konnte (IPCC, 2003: S. 3.24).

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 Grundgleichung (Gleichung 16 und Gleichung 17) der C-Vorratsbestimmung nach der Stock-Change-Method wurde daher in die Form nach Gleichung 18 gebracht. Der erste Teil der Gleichung 18 (Derbholz, Astholz) wurde auf jeden Baum angewandt, der zweite Teil auf die Bestandeswerte. Anschließend wurde aus den Bestandeswerten der Gesamtwert hochgerechnet.

Gleichung 16:

$$\Delta C = \left(C_{t_2} - C_{t_1}\right) / \left(t_2 - t_1\right)$$

Gleichung 17:

$$C = \left[V \bullet D \bullet BEF\right] \bullet \left(1 + R\right) \bullet CF$$

Gleichung 18:

$$C = \underbrace{[V \bullet D_D}_{\text{Derbholz}} + \underbrace{V \bullet D_A \bullet (VEF - 1)}_{\text{Astholz}}] \bullet \underbrace{(1 + R)}_{\text{Wurzelholz}} \bullet CF$$

mit:

C = Kohlenstoffvorrat
V = Derbholzvolumen
D_D = Raumdichte Derbholz
D_A = Raumdichte Äste
BEF = Biomasseexpansionsfaktor
VEF = Volumenexpansionsfaktor[66]
R = Wurzel/Spross-Verhältnis
CF = Kohlenstoffgehalt

7.1.1.2.4 Vorgehen

Für mitteleuropäische Verhältnisse gibt es, mit Ausnahme der Fichte, keine allgemein gültigen Biomassefunktionen, die man auf die gemessenen Daten der Inventur hätte anwenden können.

Daher wurde ein Verfahren angewandt, bei dem das aus der Inventur verfügbare Derbholzvolumen in das oberirdische Baumvolumen umgerechnet wird. Zum oberirdischen Baumvolumen gehören die Äste sowie bei immergrünen Baumarten die Blattorgane. Die Schätzung des Baumholzvolumens aus dem Derbholzvolumen erfolgt mithilfe von Volumenexpansionsfaktoren (siehe Kapitel 7.1.1.2.7).

Für die neuen Bundesländer liegen die Daten der Forsteinrichtung in aggregierter Form vor. Daher wurde die C-Bilanz-Methode nach BURSCHEL et al. (1993), in Verbindung mit Raumdichten nach KOLLMANN (1982) zur C-Vorratsbestimmung verwendet.

7.1.1.2.5 Gesamtvorräte der verbleibende Waldfläche

Die hier abgebildeten Ergebnisse beziehen sich bei der Einzelbaumberechnung für BWI I und BWI II auf die Raumdichten nach KOLLMANN (1982), während die Astvolumina mit den erhöhten Dichten nach HAKKILA (1972) hochgerechnet wurden. Für die Schätzung des oberirdischen Baumvolumens wurden Regressionsgleichungen genutzt (siehe Anhang). Die Wurzelbiomasse wurde mit den Default-Werten aus der IPCC GPG-LULUCF (2003) gerechnet. Bei der Hochrechnung für die neuen Bundesländer 1993 wurden die Biomasseexpansionsfaktoren von BURSCHEL et al. (1993) in oberirdische und unterirdische Anteile getrennt, sowie das obere Astvolumen aus der Differenz aus oberirdischem Volumen

[66] 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.

und Derbholzvolumen geschätzt. Hier wurden zur Vergleichbarkeit zwischen der Hochrechnung der Forsteinrichtungsdaten und der Einzelbaumberechnung nach BWI die gleichen Raumdichten benutzt.

Tabelle 113: Gesamtvorräte C, verbleibender Wald, mit Schätzung der relativen Standardabweichung

Gg C		1987 (BWI I)	1993 (BML)	2002 (BWI II)
alte Bundesländer	unterirdisch	174.670	-	212.849
	oberirdisch	604.474	-	740.481
	Gesamt	**779.144 (± 8%)**	**-**	**953.330 (± 7,55%)**
neue Bundesländer	unterirdisch	-	34.723	63.690
	oberirdisch	-	161.766	218.667
	Gesamt	**-**	**196.489 (±12,71 %)**	**282.357 (± 10,02 %)**

7.1.1.2.6 Raumdichte Stammholz und Äste

Die Raumdichten wurden aus den Angaben von KOLLMANN (1982) zu Rohdichte und Volumenschwundmaß (siehe Anhang) nach Gleichung 19 hergeleitet:

Gleichung 19:

$$R = r_0 * \left(1 - \frac{\beta_V}{100}\right)$$

mit:

R = Raumdichte (g/cm^3)
r_0 =Rohdichte (g/cm^3)
$ß_V$ = Volumenschwundmaß

Nach Gleichung 18 werden andere Raumdichten für Äste angenommen. Astholz ist aufgrund seiner Belastungen dichter als Stammholz. Aufgrund der Trennung der Kompartimente ist es möglich, verschiedene Dichten anzuwenden. Die erforderlichen Daten wurden in Anlehnung an HAKKILA (1972) hergeleitet.

Außerdem gibt es stark schwankende Angaben zu den Raumdichten des Stammholzes. Daher wurden verschiedene Szenarien gerechnet (siehe Anhang-Kapitel 14.5.1.1.1.2.7).

7.1.1.2.7 Volumenexpansionsfaktoren

Volumenexpansionsfaktoren (VEF) für die Umrechnung des Derbholzes in oberirdische Biomasse wurden aus einer linearen Regression abgeleitet und beruhen auf den Tabellen von GRUNDNER & SCHWAPPACH (1952) für Derbholz und Baumholz. Damit hat man für die Baumarten einen funktionalen Ausgleich zwischen Derbholz und Baumholz. Dies ermöglicht die Schätzung des Baumholzes aus der Größe des Derbholzes, welches selbst von den gemessenen Größen Durchmesser in 1,3 m und 7 m Höhe (BHD, D_7) und Höhe abhängt. Weiterhin ist in den Tabellen für die Baumarten Fichte, Tanne, Buche, Kiefer eine Trennung in Altersklassen vorgesehen, da bei diesen die Gesetzmäßigkeit gefunden wurde, dass Stämme gleicher Dimensionen im höheren Alter vollholziger sind und daher größeres Volumen besitzen als im geringeren Alter, s. Tabelle 166 im Anhang). Diese Trennung wurde beibehalten, da die Tafeln auf getrennten Grundgesamtheiten aufbauen.

Damit ergibt sich folgender Zusammenhang für den jeweiligen baumarten- und altersspezifischen Volumenexpansionsfaktor :

Gleichung 20:

$$VEF = \frac{B}{D} = \frac{a + bD}{D}$$

mit:

B = Baumholzvolumen
D = Derbholzvolumen
a, b = Regressionsparameter
VEF = Volumenexpansionsfaktor

7.1.1.2.8 Wurzelbiomasse

Die Wurzeltrockensubstanz wurde mit Hilfe des Wurzel/Spross-Verhältnisses (root/shoot-ratio) auf Bestandesebene mit den Werten nach IPCC 2003 direkt aus der oberirdischen Masse geschätzt. Um die Bestandeswerte zu gewinnen, wurde die oberirdische Biomasse für jeden Stichprobenpunkt differenziert nach Baumartengruppen auf den Hektar hochgerechnet und anschließend die unterirdische Biomasse abgeleitet.

Eine Vergleichsrechnung nach der von DIETER & ELSASSER (2002) publizierten Schätzfunktion für die Wurzelbiomasse führte zu ähnlichen Ergebnissen (Anhang, Kapitel 14.5.1.1.1.2.10).

7.1.1.2.9 Herleitung der CO_2-Emissionen aus der Kalkung von Waldböden

Die Daten für die Kalkung wurden aus der Gesamtberechnung der Dünger abgeleitet und beschreiben die Auslieferungen von Produzenten und Importeuren an die Großhändler und Endnutzer (DESTATIS, Fachserie 4, Reihe 8.2). Für die Berechnung wurde unterstellt, dass die Ausbringungsmenge dieser Abgabemenge entspricht. Die Herleitung der Emissionen erfolgte nach der Gleichung 3.3.6 aus der IPCC GPG-LULUCF (2003: S.3.80).

7.1.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5.A.1)

Die Unsicherheitenberechnung erfolgte für aggreggierte Vorräte für die beiden Bundeswaldinventuren und für alte und neue Bundesländer getrennt.

Für die alten Bundesländer wird nach Baumartengruppen der BWI (ALH[67], ALN[68], Buche, Douglasie, Eiche, Fichte, Kiefer, Lärche, Tanne) stratifiziert. Dazu wird für jede Eingangsgröße (Derbholzvolumen, Raumdichte, oberirdische Biomasseexpansion, Wurzelbiomasse und Kohlenstoffgehalt) zunächst ihre relative Standardabweichung geschätzt, bzw. berechnet. Diese relative Standardabweichung wird dann je nach Hochrechnungsverfahren, entweder über summarische Fehlerfortpflanzung oder multiplikative Fehlerfortpflanzung weitergeführt. Nicht jede mögliche Fehlerquelle (Abweichung der Allometrie, Modellfehler der Derbholzberechnung, Messfehler) findet ihren Weg in die Berechnung. Bei der Herleitung der Fehler handelt es sich um pragmatische Ansätze, die lediglich eine Annäherung an den tatsächlichen Fehler erlauben. Korrelationen zwischen einzelnen Termen wurden vernachlässigt.

Im Ergebnis erhält man eine Schätzung der relativen Standardabweichung des Gesamtvorrates. Der 95%-Vertrauensbereich dieser Schätzung entspricht der doppelten relativen Standardabweichung.

[67] ALH = alle anderen Laubbäume hoher Lebenserwartung
[68] ALN = alle anderen Laubbäume niedriger Lebenserwartung

Für die neuen Bundesländer ist die Fehlerberechnung für die C-Vorräte nach der Veröffentlichung „Der Wald in den neuen Bundesländern“ (BML 1994), lediglich als Schätzung möglich, die auf aggregierten Werten aufbaut.

Die Fehlerfortpflanzung für die Zeitpunkte 1993 (BML, 1994: neue Bundesländer), 1987 (BWI I: alte Bundesländer) und 2002 (BWI II: neue und alte Bundesländer) befindet sich im Anhang (Tabelle 175 im Anhang), während die relativen Standardabweichung als Übersicht in Tabelle 113 eingefügt sind.

7.1.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5.A.1)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, konnte nicht durchgeführt werden, da die Arbeitseinheit in einer Neustrukturierung begriffen war.

Die Schätzungen der Kohlenstoffvorräte zu den jeweiligen Zeiten beruhen auf ACCESS-Abfragen, die auf die Daten der Bundeswaldinventuren zugreifen; bezüglich der für die Bundeswaldinventur entwickelten Qualitätssicherung wird auf die Literatur zur Bundeswaldinventur verwiesen.

Zuerst wurde eine Abschätzung nach der Methode BURSCHEL et. al. (1993) vorgenommen, um die Größenordnungen der Hochrechnung der Kohlenstoffvorräte einschätzen zu können. Diese Abschätzung basiert auf aggregierten Werten (Durchschnittsvorrat nach Baumartengruppen) und wurde nach zwei verschiedenen Methoden (veröffentlichte BWI-Ergebnisse und ACCESS-Abfragen) von zwei verschiedenen Personen durchgeführt. Die Ergebnisse stimmten überein.

Bei der Einzelbaumberechnung wurde ein Szenario „Burschel“ (siehe Anhang-Kapitel 14.5.1.1.1.2.5) mit gleichen Raumdichten, wie sie für die Abschätzung (nach aggregierten Werten) genommen wurden, berechnet. Diese Werte stimmten mit den Berechnungen aus den aggregierten Werten überein, sodass man sicher sein kann, dass die ACCESS-Abfragen grundsätzlich die richtigen Werte liefern; jedoch je nach Annahmen für die Raumdichten und Wurzel-Spross-Verhältnisse abweichende Ergebnisse.

Ein systematischer Fehler bleibt jedoch bestehen: die Verjüngung unterhalb der Derbholzschwelle konnte nicht geschätzt werden und ist in den Vorratsangaben nicht enthalten, weil die Volumenexpansionsfunktion auf den Derbholzvolumina aufbaut. Das Fehlen von Verjüngungsvorräten ist eine systematische Unterschätzung des Gesamtvorrates.

7.1.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (5.A.1)

Die Vorratszunahme nach der oben beschriebenen Neuberechnung ist mehr als doppelt so hoch wie in den bisherigen Inventaren. Hauptgrund hierfür ist die bei der BWI II festgestellte Holzvorratszunahme, die weit über den bisherigen Ertragstafelschätzungen liegt. Hinzu kommen die erstmalige Einbeziehung der unterirdischen Biomasse, verbesserte Berechnungsmethoden und eine Unterschätzung des Ausgangsvorrates in den neuen Bundesländern (BML, 1994).

7.1.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (5.A.1)

Es sind keine Verbesserungsmaßnahmen geplant.

7.1.2 Neuwaldflächen (Land converted to Forest Land) (5.A.2)

7.1.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (5.A.2)

Neue Waldflächen entstehen durch Sukzession, Wiederbewaldung und Aufforstung und speichern C-Äquivalente mit Beginn der Umwandlung. Streng genommen müssten die C-Vorräte vorheriger Landnutzungen abgezogen werden. Daten über eine eventuelle Vorbestockung (z.B. Einzelbäume, Hecken oder holzige Dauerkulturen) und ihre Biomasse liegen jedoch nicht vor. Insgesamt wurden diese Vorräte als vernachlässigbar angesehen, zumal die Größenordnung der Neuwaldflächen im Vergleich zur Gesamtwaldfläche äußerst gering ist (alte Bundesländer 2002: 121 kha zu 7.694 kha)

7.1.2.2 Methodische Aspekte (5.A.2)

7.1.2.2.1 Neuwaldflächen

Nach IPCC GPG-LULUCF (2003) sind Neuwaldflächen 20 Jahre lang dieser Kategorie zuzuordnen. Über Flächenveränderungen vor der BWI I existieren jedoch keine vergleichbaren Daten.

Für die alten Bundesländer erlaubt der direkte Vergleich zwischen BWI I und BWI II die Trennung von Neuwaldflächen und Entwaldungsflächen seit 1987. Die Neuwaldflächen zwischen BWI I (Stichjahr 1987) und BWI II (Stichjahr 2002) von 121,45 kha (ohne Nichtholzboden) können nach ihrer bisherigen Nutzung folgenden Kategorien zugeordnet werden:

Tabelle 114: Neuwaldflächen alte Bundesländer

Ausgangskategorie	Fläche [kha]	Jhrl. Flächenzunahme [kha/a]
Acker und Dauerkulturen	30,57	2,04
Dauergrünland	45,46	3,03
Feuchtgebiete	15,67	1,04
Siedlungsgebiete	29,75	1,98

Für die Ableitung von Flächenangaben für die einzelnen Jahre wurde eine lineare Zunahme der Neuwaldflächen BWI I und II unterstellt und in den CRF-Tabellen dargestellt. Im Vergleich zur Gesamtwaldfläche 2002 der alten Bundesländer von 7693,72 kha sind diese Flächenzugänge von 1,58% in 15 Jahren (beide ohne Nichtholzboden) marginal.

Bei den neuen Bundesländern kann lediglich die Nettozunahme der Waldfläche von 1993 bis 2002 um 174,56 kha festgestellt werden. Die Differenz wird als Neuwaldfläche betrachtet. Ihre jährliche Zunahme beträgt 17,46 kha/a; eine Zuordnung zu Ausgangskategorien ist mit Hilfe dieser Daten nicht möglich. Für die Flächenzunahme wurde ein linearer Anstieg zwischen 1993 und 2002 angenommen.

7.1.2.2.2 Biomasse-Vorräte Neuwaldflächen

Für die alten Bundesländer konnte für die Neuwaldfläche eine Einzelbaumberechnung durchgeführt werden. Die Vorräte wurden zunächst für die gesamte Neuwaldfläche berechnet und dann nach den Flächenanteilen auf die Unterkategorien (Tabelle 115) aufgeteilt.

Tabelle 115: Vorrat Neuwaldfläche Ende 2002

Ausgangskategorie	Vorrat [Gg C]
Acker und Dauerkulturen	922
Dauergrünland	1.372
Feuchtgebiete	473
Siedlungsgebiete	897

Da für die neuen Bundesländer die Holzvorräte der Neuwaldflächen nicht direkt aus dem Vergleich zweier Inventuren abgeleitet werden können, wurden Hektarwerte aus dem Derbholzvorrat der Baumartengruppen der 1. Altersklasse (0-20 Jahre, BWI II neue Bundesländer) abgeleitet und in C-Vorräte umgerechnet. Aufgrund des geringen Alters der seit 1993 entstandenen Neuwaldbestände wurde dieser Wert halbiert. Dies ergibt einen Wert von 18,01 Mg/ha, oder einen Gesamtvorrat für diese Flächen am Ende der Vegetationsperiode 2002 von 3.144 Gg C.

Die Biomassevorräte am Ende der Vegetationsperiode 2002 entsprechen der Vorratszunahme in der Biomasse über den gesamten Betrachtungszeitraum seit 1987 (alte Bundesländer) bzw. 1993 (neue Bundesländer), wenn man von einer eventuellen Vorbestockung absieht. Diese Vorratszunahme wurde gewichtet mit den jeweils im betreffenden Berichtsjahr erreichten Neuwaldflächen linear über den Betrachtungszeitraum interpoliert.

7.1.2.2.3 Vorräte in Totholz, Streu und Böden der Neuwaldflächen

Da der Aufbau waldtypischer Vorräte in diesen Kompartimenten in unseren Breiten Jahrzehnte in Anspruch nimmt, wurde die jährliche Zunahme als vernachlässigbar angesehen und im Treibhausgasinventar nicht berücksichtigt.

7.1.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5.A.2)

Möglichkeiten zur genaueren Schätzung der Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz werden derzeit im Rahmen von Studien geprüft. Die Ergebnisse diesbezüglicher Studien werden in die nächsten Inventarberichte aufgenommen.

7.1.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5.A.2)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, konnte nicht durchgeführt werden, da die Arbeitseinheit in einer Neustrukturierung begriffen war.

7.1.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (5.A.2)

7.1.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (5.A.2)

Es sind keine Verbesserungsmaßnahmen geplant.

7.2 Ackerland (5.B)

Die CO_2 - Gesamtemissionen aus der Ackerlandbewirtschaftung betrugen im Jahre 2007 30.551,8 Gg. Dabei entfielen 23.562,8 Gg CO_2 auf die Freisetzung aus ackerbaulich genutzten Mooren. 5.738,8 Gg CO_2 wurden aus mineralischen Böden freigesetzt, infolge von

Konversion in Ackerland oder Umstellung von perennierenden auf einjährige Kulturen bzw. umgekehrt. Der Biomasse entstammen 1250,3 Gg CO_2.

Durch Kalkung wurden zusätzlich 2.062 Gg CO_2 freigesetzt. Diese Summe bezieht sich unspezifisch auf die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche, wurde aber insgesamt der Ackerlandbewirtschaftung zugeordnet.

Die N_2O-Freisetzung infolge der Umwandlung von Grünland-, Siedlungs-, Feuchtgebiets-, anderen- und Waldflächen in Ackerland errechnet sich zu 2,14 Gg N_2O, entsprechend 445,37 Gg CO_2-Äquivalenten.

7.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (5.B)

Schadstoff	CO_2	CH_4	HFC	PFC	SF_6	N_2O	NO_X	CO	NMVOC	SO_2
Emissionsfaktor (EF)	CS/M					D				
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung	CS/M[69]					CS/T1				

Die Quellgruppe Ackerland wurde als Hauptquellgruppe identifiziert.

Gemäß IPCC GPG LULUCF (2003) wird unter der Kategorie „Ackerland“ über Kohlenstoffvorratsänderungen in den Speichern Boden und Biomasse berichtet. Die unter „Ackerland“ summierte Landfläche setzt sich zusammen aus:

- **Ackerland mit einjährigen Kulturen (annual crops)**
  Für die Biomassebestimmung wurden die einjährigen Kulturen nach Anbaufrüchten folgendermaßen aufgegliedert: Weizen, Roggen, Sommer- u. Wintergerste, Hafer, Triticale, Futterpflanzen, Silomais, Kartoffeln, Zuckerrüben, Handelsgewächse vor allem Winterraps.
- **Ackerland mit mehrjährigen Kulturen (perennial crops):**
  Aufteilung für Biomasse: Dauerkulturen (Obst- und Rebland, Korbweiden-, Pappelanlagen, Weihnachtsbaumkulturen, Baumschulen).

Grundlage für die Berichterstattung „Ackerland“ bilden die Definitionen des **A**mtlichen **T**opographisch-**K**artographischen **I**nformations **S**ystems (ATKIS®) (AdV) – Objektartenschlüssels für das Basis-Digitale Landschaftsmodell (Basis-DLM), der Nutzungsartenschlüssel der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) - „Verzeichnis der flächenbezogenen Nutzungsarten im Liegenschaftskataster und ihrer Begriffsbestimmungen“ (AdV, 1991), sowie die „Nomenklatur der Bodenbedeckungen“ des CORINE LAND COVER - Projektes (DESTATIS, 1989).

7.2.2 Methodische Aspekte (5.B)

7.2.2.1 Datenquellen

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

[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.

diesen zu unterschiedlichen Zeitpunkten, wurden folgende Datenquellen benutzt (Literaturangaben siehe Kapitel 14.5.2.1/14.5.2.2 im Anhang):

1. Basis-Digitales Landschaftsmodell des ATKIS® (AdV)
2. CORINE LAND COVER (CLC)
3. Digitale Bodenkarte von Deutschland im Maßstab 1: 1 000.000 (BUEK 1000)
4. Daten der deutschen Offizialstatistik
   - Bodennutzungshaupterhebung 1991, 1999, 2003
   - Ernteerhebung 1989 - 2005
   - Daten Kreisreform 1998
   - Daten der Bundeswaldinventur

Zur Ermittlung der Emissionsfaktoren

Boden:

- Literatur

Biomasse:

- Bodennutzungshaupterhebung 1991, 1999, 2003
- Ernteerhebung 1989 – 2005
- Daten der Kreisreform 1998
- Statistisches Jahrbuch (BMVEL 2003)
- Daten der Bundeswaldinventuren I, II
- Literatur

Zur Identifizierung der Landnutzungskategorien und der Landnutzungsänderung in Deutschland wurde in den vergangenen Jahren ein „wall to wall“ – Ansatz entwickelt, der für diesen Bericht erstmalig zur Anwendung kam. Basierend auf GIS-Technologie wurden zur Bestimmung und räumlichen Zuordnung der Landnutzungskategorien digitale Kartenwerke bzw. Datensätze flächendeckend miteinander in Relation gesetzt und im Vergleich der Datensätze unterschiedlicher Jahre die Landnutzungsänderungen flächendeckend für Deutschland, georeferenziert ermittelt.

Die Vorgehensweise bei der Ermittlung der Ausgangsparameter sowie der Landflächen und der Nutzungsänderungen sind ausführlich im Anhang Kapitel 14.5.2.1/14.5.2.2 beschrieben. Ermittelt wurden die Nettoveränderungen zwischen 1990 – 2000 anhand der CORINE Land Cover – Daten, zwischen 2000 - 2007 mittels der ATKIS®-Datensätze. Um die unterschiedlichen Datensätze vergleichbar zu machen, wurden die CORINE- und ATKIS®-Datensätze für die einzelnen Jahre normiert. Grundlage der Normierung waren die Flächensummen des digitalen Datensatzes zu den Verwaltungsgrenzen Deutschlands aus dem ATKIS® (vg250). Den durch Intersection ermittelten georeferenzierten Landnutzungsänderungsflächen wurden durch Verschneiden mit den digitalisierten Kartenwerken Bodendaten und Biomassedaten zugeordnet (siehe auch Kapitel 14.5.2.3 im Anhang).

7.2.2.2 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:

$\Delta C = C_f – C_i = A * EF * C – A * C$

mit:

- ΔC: 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 für die einzelnen Teilflächen und Jahre berechnen, diese den entsprechenden CRF-Rubriken zuordnen, bundesweit aufsummieren und dem CRF-Tabellenwerk konform ausgeben (s. Kap. 14.5.2.3.1, im Anhang). Die N_2O-Emissionen infolge der Umwandlung von Landflächen in Ackerland (CRF Table 5 (III)), wurden gemäß GPG (2003) ermittelt. Die Veränderungen im N-Vorrat der Böden wurden mittels der C/N-Verhältnisse aus den Kohlenstoffvorratsänderungen der jeweiligen Flächen errechnet.

7.2.2.3 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 $ha^{-1}a^{-1}$, in Ackerböden von 1,09 – 10,6 t C $ha^{-1}a^{-1}$. Mit einem Mittel von 4,09 t C $ha^{-1}a^{-1}$ sind diese Werte insbesondere im Ackerbereich zu gering, da der Studie überwiegend Ergebnisse borealer Böden zugrunde liegen. MUNDEL (1976), GENSIOR und ZEITZ (1999), MEYER (1999) und AUGUSTIN (2001) berichten von Verlusten im Grünlandbereich von 2,46 – 7,63 t C $ha^{-1}a^{-1}$, HÖPER (2002) von 4,6 – 16,5 t C $ha^{-1}a^{-1}$, wobei Moore unter Ackerland mit 10,6 – 16,5 t C $ha^{-1}a^{-1}$ angeführt werden. Daher wurden dem Bericht für Grünland ein Emissionsfaktor von 5 t C $ha^{-1}a^{-1}$ und für Ackerland von 11 t C $ha^{-1}a^{-1}$ 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.

7.2.2.4 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:

$\Delta C_{Bio} = C_{Bio}f – C_{Bio}i = A * EF_{final} – A * EF_{initial}$

mit:

- ΔC_{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 14.5.2.3.2, im Anhang). Diesem Bericht liegen erstmalig Biomasseemissionsfaktoren für jedes Jahr seit 1989 zugrunde. Für die Jahre 2006 und 2007 wurden die Werte von 2005 herangezogen, da die Daten für diese Jahre zum Zeitpunkt der Berichtserstellung den Berichtern nicht zur Verfügung standen. Die Verrechnung, kategoriebezogene Summierung und Ausgabe der Ergebnisse entsprechend der CRF-Rubriken erfolgte mittels dafür entwickelter Programme (s. Kap. 14.5.2, im Anhang).

7.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5.B)

Die Unsicherheiten zur Ermittlung der Landnutzungsänderungen mittels des ATKIS® sind sehr gering (s. Kap. 14.5.2.6, im Anhang), 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). Rundungs- und Verrechnungsfehler nach Anwendung der Programme zur Flächenausweisung und Abschätzung der Emissionen sind sehr gering. Sie betragen zwischen 0,02 % - 2 % (Median 0,03 %) der jeweils betroffenen Teilfläche.

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. Für die Feststellung der Landnutzungsänderungen von 1990 – 2000 wurden die CORINE Landcover – Daten benutzt. Diese wurden mittels des Verwaltungsgrenzendatensatzes des ATKIS® normiert und an das ATKIS® angepasst. Nichtsdestotrotz ist die Auflösung der CORINE Landcover – Daten deutlich geringer, die Ausweisung der Landnutzungskategorien mangelhaft (Gensior, 2003) und so ein deutlicher Bruch in der Konsistenz der Daten zu konstatieren.

Bei der Schätzung der Kohlenstoffverluste aus dem Boden beträgt der Range der Vorratsänderungen zwischen 45 % - 53 % des berichteten Mittelwerts. Die Kurvenanpassungen zur Ermittlung der Emissionsfaktoren sind hoch signifikant und erklären 93,6 % (Grünland/Wald/Brache zu Ackerland) bzw. 68,2 % (Ackerland zu Grünland Wald/Brache) der Varianz (s. Kap. 14.5.2.5.2).

Aufgrund der Vorgehensweise bei der N_2O-Abschätzung pflanzen sich die Fehler, die bei der Bestimmung der Kohlenstoffvorräte auftraten, fort. Zusätzlich steigt die Unsicherheit durch die Anwendung des Default-Verfahrens, dem wissenschaftlich verbesserungsbedürftige Annahmen zugrunde liegen. Die Unsicherheiten genauer zu beziffern ist derzeit nicht möglich, da alle Parameter, die die N_2O-Bildung und -Freisetzung tatsächlich beeinflussen, in der Fläche sehr stark variieren und nach GPG (2003) zur Ermittlung nicht herangezogen werden.

7.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5.B)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, konnte nicht durchgeführt werden, da die Arbeitseinheit in einer Neustrukturierung begriffen war.

Die zur Erstellung dieses Inventars verwendeten Datenquellen erfüllen mit Ausnahme der „Institutionalisierung der Datenbereitstellung“ die Prüfkriterien des QSE – Handbuchs für Datenquellen (und sind trotzdem unzureichend; vergl. Kapitel 14.5.2.7). Intern wird die Manipulation von Daten mittels Quersummenvergleichen zur Ermittlung der Unsicherheiten überprüft. Bezüglich der Qualitätssicherung der Eingangsdaten (ATKIS®, BÜK, Offizialstatistik) wird auf die Datenhalter verwiesen. Eine spezielle QA/QC – Überprüfung durch Dritte findet nicht statt.

7.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (5.B)

Mit der diesjährigen Berichterstattung werden überarbeitete Tabellen für alle Jahre seit 1990 vorgelegt, da erstmalig der „wall to wall“-Ansatz zur Ausweisung und Zuordnung der Aktivitätsdaten zur Anwendung kam. Des Weiteren wurden die Emissionsfaktoren für die Biomasse auf jährlicher Basis ermittelt und erstmalig zur Abschätzung der Kohlenstoffvorratsänderungen in der Biomasse benutzt. Durch die Korrektur der Daten ist das Tabellenwerk für die Zeiträume von 1990 – 2000 und von 2000 - 2007 konsistent (Bruch Jahr 2000, s. Kap. 14.5.2.6.1, im Anhang) und nahezu vollständig.

7.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (5.B)

Die vollständige GIS-basierte Erfassung der Landnutzungsänderungen durch die Nutzung von Daten mit Raumbezug (ATKIS®) wurde mittlerweile umgesetzt. Allerdings fehlen nach wie vor schlagbezogene Daten zu Biomasse und Managementmethoden. Außerdem ist der Bruch in der Konsistenz der Daten durch die Unterschiedlichkeit der CORINE- und ATKIS®-Datensätze unbefriedigend. Des Weiteren sind die Bodendaten zu grobmaßstäblich, als auch die Emissionsfaktoren für die Böden zu ungenau.

Daher werden folgende Verbesserungsmaßnahmen in den nächsten Jahren umgesetzt::

- GIS – basierte Nutzung von InVeKoS – Daten zur Identifikation von Management und Biomasse
- Nutzung einer verbesserten Bodenkarte für organische und mineralische Böden (Zielmaßstab mindestens: 1: 200.000)
- Verbesserung bei den verwendeten E – Faktoren für Böden:
  - Für organische Böden: durch flächendeckende Messungen in einer Vorstudie
  - Für mineralische Böden: durch Auswertung der Ergebnisse aller deutschen Bodendauerbeobachtungsflächen sowie einer Bodenkohlenstoffinventur in den Nichtwaldböden.
- Parametrisierung, Validierung (anhand der Ergebnisse der Vorstudien) und Nutzung mathematischer Modelle zur Berechnung der Kohlenstoffvorratsänderungen und N_2O-Flüsse in mineralischen und organischen Böden
- Ermittlung und Verwendung genauerer Werte für Kohlenstoffvorräte in perennierenden Pflanzen (Vorstudie für Obstgehölze und Weinstöcke)

- Nutzung jahresspezifischer Biomassedaten
- Normierung und Angleichung der CORINE an die ATKIS®-Daten, zur Gewährleistung der Konsistenz der Zeitreihen

Weitere Anmerkungen siehe Kapitel 14.5.2.7 im Anhang.

7.3 Grünland (5.C)

Die anthropogen bedingten CO_2-Emissionen aus Grünland wurden für das Jahr 2007 mit 14102,58 Gg abgeschätzt. Dabei wurden 13.000,4 Gg CO_2 durch die Entwässerung organischer Grünlandböden, 5.224,3 Gg CO_2 durch Veränderungen in der Biomasse freigesetzt. Im selben Zeitraum wurden 4122,2 Gg in Mineralböden eingebunden.

Bezüglich der Unsicherheiten und der Kalkung siehe Kapitel 7.2 (CRF 5.B) und Kapitel 14.5.2.4 und 14.5.2.6 im Anhang.

7.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (5. C)

Schadstoff	CO_2	CH_4	HFC	PFC	SF_6	N_2O	NO_X	CO	NMVOC	SO_2
Emissionsfaktor (EF)	CS/M									
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung	CS/M[70]									

Unter Grünland muss über Kohlenstoffvorratsänderungen in den Speichern Boden, ober- und unterirdische Biomasse aller Wiesen- und Weideflächen berichtet werden, die nicht als Ackerland angesehen werden können. Außerdem fallen unter diese Kategorie auch mit Gehölzen bewachsene Flächen, die nicht unter die Walddefinition fallen, genauso wie naturbelassenes Grünland und Erholungsflächen.

Grundlage für die Berichterstattung „Ackerland“ bilden die Definitionen des ATKIS® – Objektartenschlüssels für das Basis-Digitale Landschaftsmodell (Basis-DLM), der Nutzungsartenschlüssel der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) - „Verzeichnis der flächenbezogenen Nutzungsarten im Liegenschaftskataster und ihrer Begriffsbestimmungen“ (AdV, 1991), sowie die „Nomenklatur der Bodenbedeckungen“ des CORINE LAND COVER - Projektes (DESTATIS, 1989).

7.3.2 Methodische Aspekte (5. C)

siehe Kapitel 7.2.2

7.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. C)

siehe Kapitel 7.2.3

7.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. C)

siehe Kapitel 7.2.4

[70] 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.

7.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (5. C)

siehe Kapitel 7.2.5

7.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (5. C)

siehe Kapitel 7.2.6

7.4 Wetland (5.D)

Aus Feuchtgebieten wurden im Jahr 2007 2.823,1 Gg CO_2 freigesetzt. Diese Summe setzt sich zusammen aus 2.147,9 Gg CO_2,- Emissionen aus dem Abbau und der Nutzung von Torf, 823,4 Gg CO_2-Emissionen aus der Biomasse sowie einer CO_2-Einbindung von 148,3 Gg in den Mineralboden.

7.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (5. D)

Im Wesentlichen wird unter Wetlands über Emissionen aus organischen Böden berichtet, die im Rahmen des Torfabbaus abgetragen werden. Zu berichten ist über CO_2- Verluste auf der Abbaufläche, während des Abbaus als auch über die Emissionen infolge der Ausbringung von Torfen.

Desweiteren 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, 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.

7.4.2 Methodische Aspekte (5. D)

Die Berechnung der CO_2-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 Offizialstatistik (DESTATIS, Fachserie 4, Reihe 3.1) sowie Zahlenmaterial der Bundesvereinigung der Torf- und Humuswirtschaft im Industrieverband Garten (IVG), Gothaer Str. 27, D-40880 Ratingen.

Die Berechnung der Veränderungen im Kohlenstoffvorrat der Böden als auch der Biomasse infolge von Landnutzungsänderungen erfolgte mittels der in Kap. 14.5.2 beschriebenen Verfahren und Methoden. Der Kohlenstoffvorrat der ober- und unterirdischen Biomasse wurde für diese Standorte mit 30 t/ha veranschlagt.

CH_4- Emissionen aus dem Torfabbau (nach IPCC 2006) werden nicht berichtet.

Die durch den Torfabbau verursachten N_2O-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.

7.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. D)

Für die Qualität der Aktivitätsdaten gelten bezgl. der Landnutzung und der Landnutzungsänderungen die Aussagen aus Kapitel 7.2.3 bzw. Kap. 14.5.2.6. Die Zeitreihen für die Aktivitätsdaten zum Torfabbau vom statistischen Bundesamt sind konsistent und für die gesamte Berichtsperiode verfügbar. Die Abbaufläche ist mit ca. 35.000 ha relativ konstant; genau wie die Abbaumenge, die in den letzten 6 Jahren im Mittel bei 8,26 Mio m^3 ± 2,1 % lag. Die größten Unsicherheiten ergeben sich in dieser Kategorie aus der Verwendung der Emissionsfaktoren, deren Fehler bei > 100 % liegt (IPCC 2006).

7.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. D)

siehe Kapitel 7.2.4

7.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (5. D)

Da bisher nicht über THG-Emissionen aus Wetlands berichtet wurde, werden mit diesem Bericht erstmalig überarbeitete Tabellen für alle Jahre seit 1990 für diese Landnutzungskategorie vorgelegt.

Bezüglich der Abschätzung der Emissionen infolge von Landnutzungsänderungen gilt das in Kapitel 7.2.5 Aufgeführte.

Die Emissionen für den Torfabbau basieren von 2000 bis 2007 auf den Daten der deutschen Offizialstatistik des jeweiligen Jahres; den Schätzungen für die Jahre 1990 bis 2000 wurden die sehr stabilen Mittelwerte der Folgejahre zugrunde gelegt.

7.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (5. D)

Für die Kategorie Wetlands wird angestrebt landesspezifische Emissionsfaktoren für die THG CO_2, N_2O und CH_4 aus dem Torfabbau zu ermitteln. Diesbezüglich werden im Rahmen einer Vorstudie „Organic Soils“ Messungen vorgenommen, die alle Phasen dieser Wirtschaftsmethode umfassen (vergl. Kap. 14.5.2.7). Die Ergebnisse werden zur Parametrisierung und Validierung mathematischer Modelle verwendet, bzw. zur Ermittlung landesspezifischer, regionaler Defaultfaktoren. Die Ergebnisse dieses Projektes fließen, sobald verfügbar, in die nationale Berichterstattung ein.

Angestrebt wird weiterhin die Ermittlung spezifischer Emissionsfaktoren für die Biomasse der deutschen Feuchtgebietsstandorte und deren differenziertere Ausweisung in der Fläche.

7.5 Siedlungen (5.E)

Im Jahr 2007 betrugen die CO_2-Austräge aus den Siedlungs- und Verkehrsgebieten Deutschlands infolge von Landnutzungsänderung 11.881,4 Gg; dies ist die Summe aus dem Verlust von Waldbiomasse (10.076,6 Gg) sowie Vorratsverlusten in organischen Böden (1804,8 Gg).

7.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (5. E)

In der Landnutzungskategorie Settlements muss über CO_2-Emissionen/Einbindungen der Pools Boden, Biomasse und tote organische Substanz berichtet werden, die auf Flächen liegen, die zu Siedlungs- und Verkehrszwecken ausgewiesen sind.

7.5.2 Methodische Aspekte (5. E)

Die Aktivitätsdaten zur Abschätzung der CO_2-Emissionen für die Kategorie Settlements 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 in 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 organischen Böden nach Konversion berichtet. Tab. Tabelle 116 zeigt die ausgewiesenen Objektarten für die Kategorie Settlements, sowie die diesen Flächen durch Expert-Judgement zugewiesenen gewichteten Flächenanteile an Biomasse. Für Gehölze wurde der IPCC-Defaultwert von 63 t/ha zugrunde gelegt (IPCC 2003; 2006), für Gras der für den jeweiligen Kreis ausgewiesene Wert für Grünland. Da auf städtischen Grünflächen die Biomasseproduktion geringer ist als auf Wirtschaftsgrünland, wurden die Flächenanteile in der Kategorie Settlements entsprechend verringert. Die Ausweisung der Landnutzung und Landnutzungsänderung sowie die Zuweisung der entsprechenden Bodendaten folgte den in Kap. 14.5.2 beschriebenen Algorithmen. Kohlenstoffemissionen im Zusammenhang mit toter organischer Substanz (Insbesondere Rasen- und Baumschnitt) wird, um Doppelzählungen zu vermeiden, nicht unter Settlements berichtet. Da in Deutschland diese Schnittreste in der Regel kompostiert werden, muss die Berichterstattung unter Waste erfolgen.

Tabelle 116: Objektartenschlüssel, Objektart und gewichteter Biomasse – Flächenanteil zur Ausweisung von Subkategorien in der Landnutzungskategorie Settlements

Schlüssel	Objektart	Gehölz	Gras
2000	**Siedlung**		
2100-2135	Baulich geprägte Flächen		
2201	Sportanlage	10 %	25 %
2202	Freizeitanlage	40 %	20 %
2213	Friedhof	40 %	10 %
2227	Grünanlage	50 %	20 %
2228	Campingplatz	30 %	20 %
2300 – 2352	Bauwerke und sonstige Einrichtungen		
3000	**Verkehr**		
3100 – 3205	Straßen- und Schienenverkehr		
3301	Flughafen		50 %
3302	Flugplatz		70 %
3400 – 3543	Schiffsverkehr und Verkehrsbauten		

7.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. E)

Für die Qualität der Aktivitätsdaten gelten bezgl. der Landnutzung und der Landnutzungsänderungen die Aussagen aus Kapitel 7.2.3. 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 nur bezgl. der ATKIS®-Daten gesichert. Sonstige Werte werden nicht erhoben.

7.5.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. E)

siehe Kapitel 7.2.4

7.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (5. E)

Da bisher nicht über THG-Emissionen aus Settlements berichtet wurde, werden mit diesem Bericht erstmalig überarbeitete Tabellen für alle Jahre seit 1990 für diese Landnutzungskategorie vorgelegt. Bezüglich der Abschätzung der Emissionen infolge von Landnutzungsänderungen gilt das in Kapitel 7.2.5 Aufgeführte. Die Berechnungen für die Jahre 2000 – 2007 basieren auf den ATKIS® – Daten, die der Jahre 1990 – 2000 auf dem CORINE – Datensatz, der zu diesem Zwecke mittels der ATKIS® – Daten normiert wurde.

7.5.6 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 Projekt sollen Kohlenstoffvorräte in Stadt- und Verkehrsbegleitgrün sowie Kohlenstoffflüsse in Grünanlagen ermittelt werden, zur Ableitung landesspezifischer Emissionsfaktoren (vergl. Kap. 14.5.2.7).

In einer weiteren Vorstudie sollen die Aktivitätsdatenparameter verbessert werden. Ziel dieser Studie soll es sein, ein System zur differenzierten Ausweisung von Vegetationsflächen in Settlements zu entwickeln.

Des Weiteren sollen in einer weiteren Vorstudie Emissionsfaktoren für Siedlungsböden abgeleitet werden, um die mit Konversion in Zusammenhang stehenden Emissionen aus diesen abschätzen zu können.

7.6 Sonstiges Land (5.F)

Die CO_2 – Emissionen aus sonstigem Land betrugen im Jahre 2007 485,7 Gg. Dieser Wert setzt sich zusammen aus 491,7 Gg CO_2-Emissionen aus der Biomasse und aus der Einbindung von 6,04 Gg CO_2 in Mineralböden. Die Emissionen aus der Biomasse sind überwiegend auf die Entwaldung zurückzuführen.

7.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (5. F)

Unter Other Land muss über Kohlenstoffvorratsänderungen in Böden, Biomasse und toter organischer Substanz aller Landflächen berichtet werden, die unter keine der anderen Berichtskategorien fallen. Darunter fallen z.B. Geröllhalden, Gletscherflächen und freiliegender Boden. Im vorliegenden Bericht wurden darunter alle Flächen zusammengefasst, die nicht einer anderen Kategorie zuzuordnen waren. Da Gletscherflächen, Geröllhalden, Sandbänke usw. in der Regel vom Menschen nicht bewirtschaftet werden, somit Emissionen nicht berichtspflichtig sind, fallen für die Emissionsberechnung Konversionen zu Other Land ins Gewicht, insbesondere im Falle der Entwaldung.

7.6.2 Methodische Aspekte (5. F)

Folgende im ATKIS® ausgewiesenen Objektarten werden im deutschen Berichtssystem LULUCF der Kategorie „Other Land“ zugeordnet: „Fläche z.Z. unbestimmbar“ (Ob.-Nr. 4199), „vegetationslose Fläche“ (Ob.-Nr. 4120), und „Brache“ (4110). Identifizierung und Zuordnung der Flächen erfolgte nach den in Kap. 14.5.2 beschriebenen Algorithmen.

Für Emissionen aus dem mineralischen Boden wurden die Prinzipien aus Kap. 14.5.2.3 zugrunde gelegt.

Im Falle von organischen Böden wurde davon ausgegangen, dass Böden, die durch Landnutzungsänderung in die o.a. Objektarten fallen, vorher anthropogen beeinflusst, zumindest drainiert wurden. Daher wurde für die CO_2-Emissionen solcher Flächen nach der Konversion zu Other Land der Emissionsfaktor für Grünland unterstellt.

Die Biomasse der Objektarten 4199 und 4110 wurde mit 50 % Graslandbewuchs und 63 t/ha Gehölz festgelegt.

7.6.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. F)

siehe Kapitel 7.2.3

7.6.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. F)

Siehe Kapitel 7.2.4.

7.6.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (5. F)

Für die Kategorie Other Land wurden alle Werte bis 1990 rekalkuliert, da sie durch die erstmalige Nutzung des ATKIS® nach IPCC-Definition berichtet wurden. Die Berechnungen für die Jahre 2000 – 2006 basieren auf den ATKIS® – Daten, die der Jahre 1990 – 2000 auf dem CORINE – Datensatz, der zu diesem Zwecke mittels der ATKIS® – Daten normiert wurde. Die Berechnungsverfahren entsprechen dem für das Jahr 2006.

7.6.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (5. F)

Für Brachen und Gehölze, werden die neu ermittelten Emissionsfaktoren der o.a. Vorstudie zur Anwendung kommen. Darüber hinaus sind derzeit keine Verbesserungen geplant.

7.7 Andere Bereiche (5.G)

Emissionen dieser Quellgruppe werden zur Zeit nicht berichtet.

8 ABFALL UND ABWASSER (CRF SEKTOR 6)

8.1 Abfalldeponie (6.A)

CRF 6.A					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
6.A.1 Solid waste diposal on land	l / t	CH_4	2,85 %	0,80 %	fallend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)		CS/D								
EF Unsicherheiten in %										
Unsicherheitenverteilung										
Methode EF-Ermittlung		T2								

Die Quellgruppe Abfalldeponie (6.A) ist für CH_4-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.

8.1.1 Geordnete Deponierung – Deponierung von Siedlungsabfällen (6.A.1)

8.1.1.1 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 nahezu auf Null reduziert hat (siehe Abbildung 26 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 (DESTATIS Fachserie 19, Reihe 1 Abfallentsorgung 2006 vom 1. August 2008) existieren bis zum Jahr 2006. Diese Zahlen wurden für das Jahr 2007 linear fortgeschrieben. 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 durch thermische oder mechanisch-biologischen Verfahren erforderlich. Mit dem Abklingen der Deponiegasbildung älterer Ablagerungen werden sich die Methanemissionen aus Deponien nochmals sehr weitgehend mindern, so dass für das Jahr 2012 weniger als 10 % der Methanemissionen des Jahres 1990 prognostiziert werden.

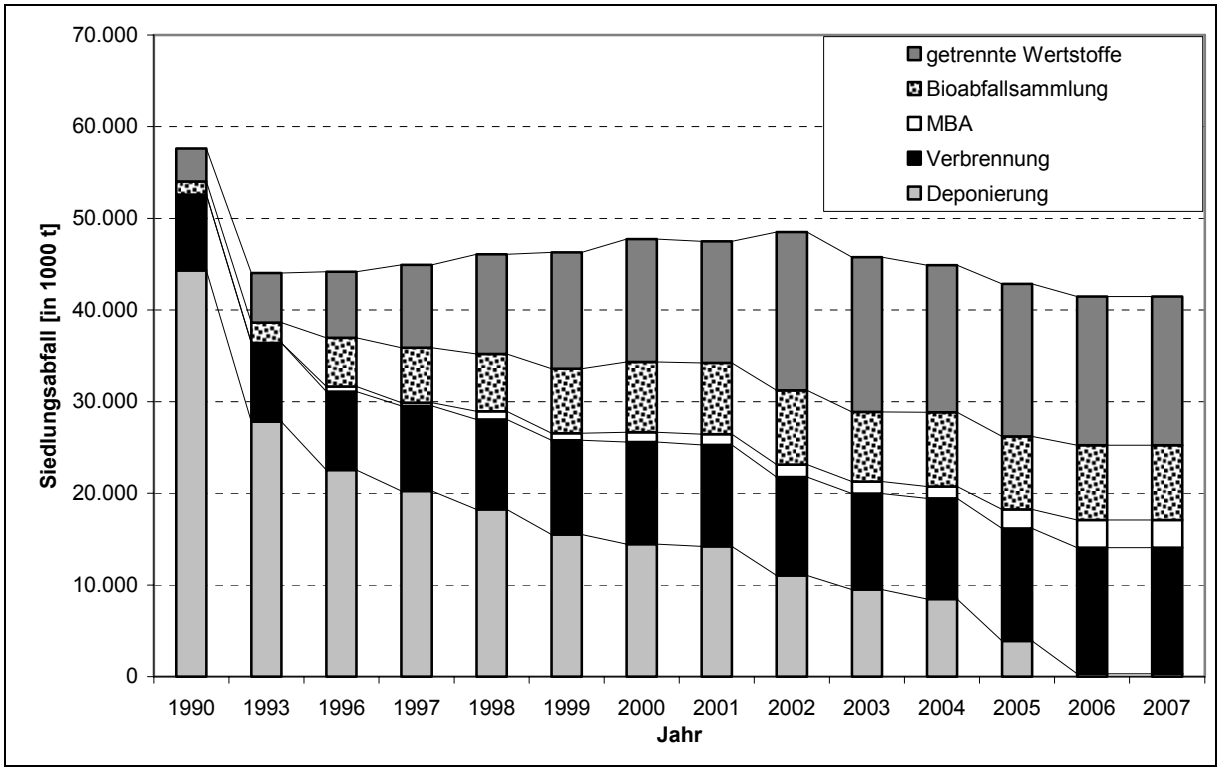


Abbildung 26: Die Veränderung der Entsorgungspfade des Hausmülls zwischen 1990 und 2007 mit Zwischenjahren

Mit der Minderung der Methanemissionen aus Deponien von 1,7 Mio. Mg im Jahr 1990 auf unter 0,4 Mio. Mg im Jahr 2007 leistete die Abfallwirtschaft in Deutschland einen bedeutenden Beitrag zum Klimaschutz. Diese rückläufigen Methanemissionen der Quellgruppe 6.A.1 entsprechen 27 Mio. Jahrestonnen CO_2-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

8.1.1.2 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 CH_4 -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 21 berechnet:[71]

Gleichung 21 *(IPCC Guidelines, Gleichung 5.1)*:

$$CH_4 \text{ erzeugt im Jahr } t\ (Gg/Jahr) = \sum_x [(A * k * MSW_T(x) * MSW_F(x) * L_0(x) * e^{-k(t-x)}]$$

$$mit: L_0(GgCH_4/kgAbfall) = MCF * DOC * DOC_F * F * 16/12$$

$$für\ x = erstes\ Jahr\ bis\ t$$

mit:

t	*= Inventarjahr*
x	*= Jahr, ab welchem die Betrachtung beginnt und Mengendaten erfasst wurden*
MSW_T *(x)*	*=Gesamtmenge Siedlungsabfall*
MSW_F *(x*	*= Anteil des deponierten Siedlungsabfalls*
A	*= $(1-e^{-k})/k$ = Normalisierungsfaktor, der die Summe korrigiert*
k	*= konstante Methanerzeugungsrate (1/Jahr)*
L_0	*= Methanerzeugungspotential*
MCF (x)	*= Methankorrekturfaktor für das Jahr x*
DOC (x)	*= abbaubarer organischer Kohlenstoff im Jahr x (Anteil)*
DOC_F	*= Anteil des in Deponiegas umgewandelten DOC*
F	*= Anteil des CH_4 am Deponiegas*
16/12	*= Umrechnung von C zu CH_4*

Es wurde ein Multi-Phasen-Modell verwendet, das für die einzelnen Abfallfraktionen mit verschiedenen Halbwertszeiten rechnet.

Für das Endergebnis der CH_4-Emissionen wird dann das erfasste und abgefackelte oder energetisch genutzte Methan abgezogen, außerdem wird ein Korrekturfaktor angewandt, der

71 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).

die Oxidierung des Methans in den Deckschichten der Deponien berücksichtigt, wie Gleichung 22 widerspiegelt:

Gleichung 22 *(IPCC Guidelines, Gleichung 5.1)*:

$$CH_4 \text{ emittiert in Jahr t (Gg/Jahr)} = (CH_4 \text{ erzeugt in Jahr t} - R(t)) \bullet (1- OX)$$

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 aufweisen.

8.1.1.2.1 Deponierte Abfallmengen

Das FOD-Modell berechnet die Emissionen aus dem Siedlungsabfall, dem 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 Abfallablagerungen nach dem 1. Juni 2005 dürfen keine biologisch abbaubaren Bestandteile mehr enthalten und tragen daher auch nicht mehr zur Deponiegasbildung bei. Bei der Berechnung der Methanemissionen aus Deponien werden daher nur die Abfallablagerungen bis zu diesem Datum betrachtet. Die Erhebungen der deponierten Mengen an Siedlungsabfällen in den alten Bundesländern begannen auf Grundlage des Umweltstatistikgesetz 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 Klärschlamms auf Deponieren durch eine kurze Halbwertszeit von 4 Jahren gekennzeichnet ist.

8.1.1.2.2 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 einzelne 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 27 und Abbildung 28). 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.

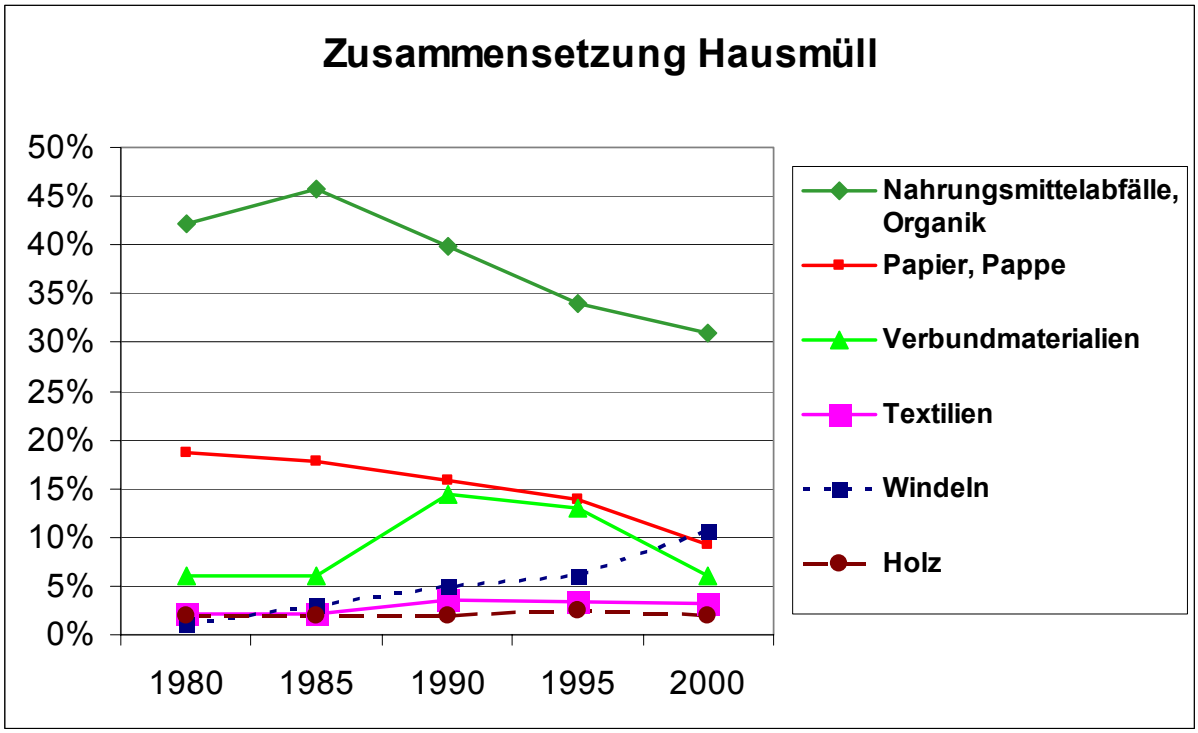


Abbildung 27: Trend in der Zusammensetzung des Hausmülls (ABL) zwischen 1980 und 2000

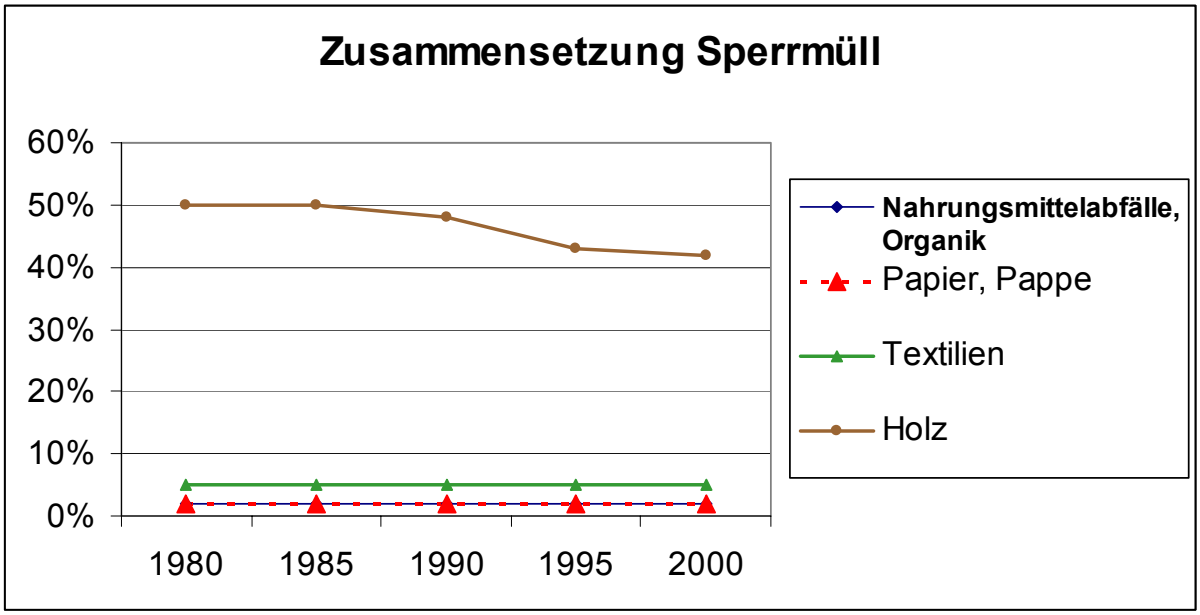


Abbildung 28: Trend in der Zusammensetzung des Sperrmülls (ABL) zwischen 1980 und 2000

8.1.1.2.3 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 Anlagerungsstandorten 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, weiterzubetreibende 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.

8.1.1.2.4 DOC

Für DOC, den Anteil des abbaubaren organischen Kohlenstoffs im Abfall, wurden bis 2005 nationale Daten sowie Default-Faktoren des IPCC verwendet. Eine Übersicht über die verwendeten DOC-Werte ist in folgender Tabelle 117 enthalten. Für Abfälle die nach dem 1. Juni 2005 (Verbot der Ablagerung biologisch abbaubarer Abfälle) abgelagert wurden wird ein DOC von 0 % angenommen.

Tabelle 117: 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

8.1.1.2.5 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.

8.1.1.2.6 F = Anteil des CH_4 am Deponiegas

Für F wird 50%, der Mittelwert aus der Bandbreite des IPCC Default-Wertes, angenommen. Dieser Wert wurde auch durch ein nationales Forschungsvorhaben bestätigt (UBA, 1993).

8.1.1.2.7 Halbwertszeit

Das Berechnungsmodell ist ein Multi-Phasen-Modell, das die unterschiedlichen Halbwertszeiten der verschiedenen Abfallfraktionen berücksichtigt. Tabelle 118 dokumentiert die verwendeten Halbwertszeiten für die Abfallfraktionen.

Tabelle 118: Halbwertszeiten der Abfallfraktionen

Abfallart	Halbwertszeit (Jahre)
Nahrungsmittelabfälle	4
Garten/Parkabfälle	7
Papier / Pappe	12
Holz	23
Textilien / Windeln	12
Verbundstoffe	12
Klärschlamm	4

8.1.1.2.8 Deponiegasnutzung

Mit der TA Siedlungsabfall von 1993[72] wurde die Gasfassung auf den Siedlungsabfalldeponien Teil der Genehmigungsvoraussetzung. Die Deponiergaserfassung begann in den 80er Jahren (MELCHIOR 2002), Melchior (2000) berichtet von einer Gaserfassung von 35 % für diesen Zeitraum. Es liegen derzeit noch keine detaillierten Monitoring-Ergebnisse der Gasnutzung der einzelnen Deponien auf Bundesebene vor. Die Anlagenbetreiber müssen lediglich den Genehmigungsbehörden der Bundesländer Bericht erstatten. In der Neufassung des Umweltstatistikgesetztes in 2005 wurde verankert, dass das Statistische Bundesamt künftig die Deponiegaserfassung in seinen Umfragen berücksichtigt und veröffentlicht, d.h. für zukünftige Jahre kann dieser Parameter durch Daten der einzelnen Anlagen ersetzt werden. Es liegen Daten zur Gaserfassung für 1993 vor, wo 35 % der Deponien an eine Gaserfassung angeschlossen (UBA, 1994). Die Erfassung begann prinzipiell erst in den 80er Jahren. Für 2004 wurde davon ausgegangen, dass bei 95% der Deponien das Deponiegas erfasst wird und die Erfassung eine Effizienz von 60% hatte, für 1990 wurde eine Effizienz von 45 % angenommen. Anhand dieser Eckdaten wurden die CH_4-Mengen berechnet, die aufgrund der Gasnutzung von der Methanerzeugung abgezogen werden müssen.

Die energetische Deponiegasnutzung wird im Energiesektor erfasst und berichtet. Eine grobe Umrechnung der hier getroffenen Annahmen in Energiedaten und ein Vergleich mit verschiedenen Datenquellen zur energetischen Deponiegasnutzung zeigte, dass die gewählte Methode zu konservativen Ergebnissen führt und sich aus den Veröffentlichungen zum Stand der Nutzung erneuerbarer Energiequellen eine höhere Deponiegasnutzung ergibt als die Gasmengen, die für die jüngeren Jahre in Kategorie 6.A berücksichtigt werden. Allerdings beruhen auch die Daten der Energiestatistiken nicht auf Daten aller Anlagenbetreiber.

[72] Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von >Siedlungsabfälle (Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz) vom 14. Mai 1993

8.1.1.2.9 Oxidationsfaktor

Für den Faktor zur Bestimmung des Anteils an CH_4, 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 CH_4 -Bildungspotential nachgewiesen, so dass für diesen Zeitraum ebenfalls der Faktor 0,1 verwendet wurde (BMBF, 1997).

8.1.1.3 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 14.6.1.1 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.

8.1.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/ -kontrolle und Verifizierung (6.A.1)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

Die gewählten Parameter wurden mit den Daten anderer Staaten verglichen.

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.

8.1.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (6.A.1)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich. Die Emissionsberechnungen bis einschließlich des berichteten Jahres 2005 beruhen auf offiziellen Daten des Statistischen Bundesamtes. Seit Juni 2005 ist die Ablagerung biologisch abbaubarer Abfälle in Deutschland nicht mehr zulässig. Die Abfallmengen, die nach diesem Zeitpunkt abgelagert wurden, tragen nicht mehr zur Methanbildung bei und werden daher bei Emissionsberechnung nicht berücksichtigt.

8.1.1.6 Geplante Verbesserungen (6.A.1)

In einem Sachverständigengutachten (Laufzeit September-November 2008) werden die geringen Restgasemissionen aus der Ablagerung mechanisch-biologischer Abfälle

quantifiziert. Sollten sich diese Restgasemissionen gegenüber den gesamten Deponiegasemissionen als nicht vernachlässigbar erweisen, werden sie in der zukünftigen Klimaberichterstattung berücksichtigt.

8.2 Abwasserbehandlung (6.B)

CRF 6.B					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990 - Anteil an der Gesamtemission**	**2007 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
6.B.2 - Domestic and Commercial Wastewater	- / t	CH_4	0,18 %	0,01	fallend

Die Quellgruppe Abwasserbehandlung ist für CH_4-Emissionen aus der kommunalen Abwasserbehandlung eine Hauptquellgruppe nach dem Trend.

Der Quellgruppe 6.B Abwasserbehandlung sind im ZSE die Abwassermenge, die Behandlung von Klärschlamm, sowie der Klärschlammanfall bei Abwasserbehandlung zugeordnet.

8.2.1 Methanemissionen der industriellen Abwasser- und Schlammbehandlung (6.B.1)

8.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.1)

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	NE	NO	NO	NO	NO	NE	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 zur Zeit 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 industriellen Schlammbehandlung bzw. -stabilisierung erfolgt ähnlich wie die industrielle Abwasserbehandlung entweder aerob oder anaerob mit Faulgasnutzung.

8.2.2 Kommunale Abwasserbehandlung (6.B.2)

8.2.2.1 Methanemissionen der kommunalen Abwasserbehandlung (6.B.2)

8.2.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2)

Schadstoff	CO_2	CH_4	HFC	PFC	SF_6	N_2O	NO_X	CO	NMVOC	SO_2
Emissionsfaktor (EF)	NA	D/CS	NO	NO	NO	D/CS	NO	NO	NO	NO
EF Unsicherheiten in %		+/- 50				+/- 50				
Unsicherheitenverteilung		N				N				
Methode EF-Ermittlung		D/CS				D				

Die Quellgruppe Kommunale Abwasserbehandlung ist über die aggregierte Quellgruppe Abwasserbehandlung (6.B) 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 seit 1990 drastisch reduziert; der Anschlussgrad an Kleinkläranlagen hat sich stetig erhöht.

8.2.2.1.2 Methodische Aspekte (6.B.2)

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 119. Für die durchschnittliche organische Fracht wird 60 g BSB_5 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 119: Organische Fracht des Abwassers in abflusslosen Gruben

Organische Fracht [BSB5 in kt/a]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Abflusslosen 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 [BSB5 in kt/a]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
Abflusslosen Gruben	*27,74*	24,42	*23,20*	*21,98*	20,76	*19,54*	*18,32*	*17,10*		

Kursive Zahlen: Inter- und extrapolierte Werte
(DESTATIS, Fachserie 19 Reihe 2.1, 2006)

Die Methanemissionen aus abflusslosen Gruben werden entsprechend der IPCC Methode ermittelt. Es wird der IPCC Default-Wert für das Methanbildungspotenzial (0,6 kg CH_4/kg BSB_5) 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 14.6.2). Die Emissionen werden folgendermaßen ermittelt.

$$CH_4(abflusslose\ Gruben) = kg\ BSB_5\ /Jahr\ x\ 0{,}6\ kg\ CH_4\ /kg\ BSB_5\ x\ 0{,}5$$

Eine Berechnung gemäß Tier 3, wie für Hauptquellgruppen gefordert, ist nicht möglich, da die Stoffströme der abflusslosen Gruben nicht separat erfasst werden.

Tabelle 120: Methanemissionen aus abflusslosen Gruben

Methanemissionen: [kt CH4]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Abflusslosen Gruben	54,10	51,74	49,37	47,01	44,64	42,28	31,62	20,97	10,31	9,32
Methanemissionen: [kt CH4]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
Abflusslosen Gruben	8,32	7,33	6,96	6,59	6,23	5,86	5,50	5,13		

8.2.2.1.3 Unsicherheit und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2)

Die Unsicherheiten der Methode wurden bislang noch nicht abgeschätzt.

Die Aktivitätsraten der organischen Fracht in abflusslosen Gruben basieren auf Angaben der Fachserie 19 Reihe 2.1 des Statistischen Bundesamtes, die in den Jahren 1991, 1995, 1998, 2001 sowie 2006 (DESTATIS, 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 sowie auch zwischen 2001 und 2004 linear interpoliert. Die Aktivitätsrate für 1990 hingegen wurde aus der Zeitreihe 1991 bis 1995 extrapoliert. Die Aktivitätsdaten für 2005 bis 2007 wurden aus der Zeitreihe 2001 bis 2004 extrapoliert.

Bis zum Jahr 1995 wurden die Daten für die alten und neuen Bundesländer getrennt ermittelt, seither wird lediglich ein gesamtdeutscher Wert bestimmt. Dies hat aber auf die Zeitreihenkonsistenz keine Auswirkung.

8.2.2.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/ -kontrolle und Verifizierung (6.B.2)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

Der MCF für abflusslose Gruben in Deutschland wurde auf Basis einer Auswertung der nationalen Inventarberichte anderer Staaten abgeleitet (vergleiche Kapitel 14.6.2). 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).

8.2.2.1.5 Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2)

Rückrechnungen sind nicht durchgeführt worden.

8.2.2.1.6 Geplante Verbesserungen (6.B.2)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

8.2.2.2 Methanemissionen der kommunalen Schlammbehandlung (6.B.2)

8.2.2.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2)

Die Behandlung von kommunalem Klärschlamm besteht in aller Regel aus zwei Behandlungsschritten:

- Entwässerung mittels:
  Maschineller Verfahren (Kammerfilterpresse, Zyklon)
  Verdunstung in Schlammentwässerungsbecken oder Trockenbeeten
- Stabilisierung:
  Aerobe Stabilisierung (offenes Becken mit Sauerstoffeinleitung)
  Stabilisierung im Faulturm (Anaerob)
  Früher: Offene Schlammfaulung

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 Faulung 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 Klärschlamms, der Temperatur sowie den Reaktionsbedingungen ab. Das entstehende Gas wird in der Regel energetisch in Blockheizkraftwerken (BHKW) genutzt. 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 Schlammfaulung betrieben, die zur Emission von Methan führte. Die offene Schlammfaulung hat aber heutzutage keine Relevanz mehr.

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 Klärschlamms 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.

8.2.2.2.2 Methodische Aspekte (6.B.2)

Die Emissionsfaktoren der offenen Schlammfaulung und die daraus ermittelten Methanemissionen sind in Tabelle 121 aufgeführt.

Tabelle 121: Methanemissionen der offenen Schlammfaulung 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 Schlammfaulung in Ostdeutschland wird ein Emissionsfaktor von 210 kg CH_4/t TS angesetzt, basierend auf Ergebnissen der Studie FHG ISI (UBA, 1993: S.15)[73]. 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 Schlammfaulung 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. Die Aktivitätsrate d. h. der Klärschlammanfall wurde auf der Basis dieser Annahme von 1993 bis 1994 vom Umweltbundesamt fortgeschrieben.

8.2.2.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2)

Die Aktivitätsraten zwischen 1990 und 1992 basieren auf einer persönlichen Mitteilung, die für 1993 und 1994 hingegen auf Abschätzungen des Umweltbundesamtes. Daher ist eine hohe Konsistenz der Zeitreihe nicht gesichert.

8.2.2.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.B.2)

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuches bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt..

8.2.2.2.5 Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2)

Aktuell wurden keine Rückrechnungen durchgeführt.

8.2.2.2.6 Geplante Verbesserungen (6.B.2)

Zurzeit erscheinen Verbesserungen als nicht notwendig oder möglich, da keine weiteren Aktivitätsdaten mehr zu erhalten sind.

8.2.2.3 Lachgasemissionen aus dem kommunalen Abwasser (6.B.2)

8.2.2.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2)

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.).

73 Der Emissionsfaktor wurde ermittelt indem die Differenz aus den Methanemissionen der psychrophilen Schlammstabilisierung in den neuen Bundesländern und der anfallenden Klärschlammenge gebildet worden ist.

8.2.2.3.2 Methodische Aspekte (6.B.2)

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.

Durchschnittliche Eiweißzufuhr pro Person und Tag:

- In der Lebensmitteltabelle für die Praxis von 1991 (SENSER et al, 1991) wird eine durchschnittliche Eiweißzufuhr von 94 g/ Einwohner und Tag angegeben.
- Im Ernährungsbericht der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE, 2000)[74] wurde anhand der geschätzten Lebensmittelverzehrsdaten 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 Tag[75] abgeleitet werden.
- Von der FAO wird für Deutschland eine durchschnittliche Eiweißzufuhr pro Person und Tag zwischen 98g (1989-91) und 100g (2001-03) ermittelt (vergleiche Tabelle 122) .[76]

Zur Bestimmung der N_2O-Emissionen des Abwassers wird auf die FAO-Datenbasis zurückgegriffen, da es sich um eine konsistente Zeitreihe handelt, die international vergleichbar ist. Es liegen dem Umweltbundesamt keine Hinweise vor, dass die länderspezifischen Werte der Lebensmitteltabelle sowie des Ernährungsberichtes 2000 eine höhere Genauigkeit bzw. nationale Akzeptanz aufweisen.

Tabelle 122: Tägliche Eiweißzufuhr pro Person in Deutschland

	[g/Einwohner und Tag]									
Eiweißzufuhr	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
	98	99	*99*	*99*	*99*	*99*	*99*	*99*	*99*	*99*
	2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**		
	99	100	100	100	*100*	*100*	*100*	*100*		

Kursive Zahlen: Extrapolierte bzw. fortgeschriebene Werte
(FAO, o.J.)

Tabelle 123: Bevölkerung in Deutschland

	[in 1000]									
Einwohner	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
	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**		
	82.260	82.440	82.537	82.532	82.501	82.438	82.315	82.218		

(DESTATIS, 1991-2006)

Mit Hilfe von Tabelle 122 und Tabelle 123 sowie der IPCC-Methode können die Lachgasemissionen ermittelt werden, vergleiche Tabelle 124.

$$N_2O_{(s)} = \mathrm{Pr}\,otein\ x\ Frac_{NPR}\ x\ NR_{PEOPLE}\ x\ EF_6$$

dabei:

74 Der Ernährungsbericht wird im vierjährigen Rhythmus herausgegeben.

75 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.

76 FAO Statistical Yearbook 2004 Vol.1/1 http://www.fao.org/statistics/yearbook/vol_1_1/index.asp; September 2007

$N_2O_{(s)} = N_2O\ Emissionen\ des\ menschlichen\ Abwassers\ (kg\ N_2O-N/a)$

$\mathrm{Pr}otein = j\ddot{a}hrliche\ Eiweisszufuhr\ (kg/person/a)$

$NR_{PEOPLE} = Zahl\ der\ Einwohner\ im\ Land$

$EF_6 = Emissionsfaktor\ (Default\ 0{,}01\ (0{,}002-0{,}12)\ kg\ N_2O-N/kg\ produziertes\ Abwasser-N)$

$Frac_{NPR} = Anteil\ an\ Stickstoff\ im\ Eiweiß\ (Default = 0{,}16\ kg\ N/kg\ Eiweiß)$

Tabelle 124: Lachgasemissionen in Deutschland nach IPCC-Methode

	[t N_2O]									
	1990	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
N_2O Emissionen	7.173	7.220	7.357	7.390	7.408	7.433	7.451	7.455	7.453	7.465
	2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**			
	7.474	7.566	7.575	7.574	7.571	7.565	7.554			

8.2.2.3.3 Unsicherheit und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2)

Die Unsicherheiten der Emissionsermittlung wurden bislang noch nicht abgeschätzt. Die Aktivitätsraten für 1992 bis 2000 wurden aus den von FAO veröffentlichten Daten für 1991 und 2001 linear interpoliert und die Aktivitätsraten ab 2004 sind die Fortschreibung der von der FAO veröffentlichten Daten für 2003. Somit besteht für inter- und extrapolierte Werte eine erhöhte Unsicherheit. Da sich die einwohnerspezifischen Aktivitätsraten jedoch innerhalb von 10 Jahren nur um 2% erhöhten (1991-2001: 2 g/Einwohner und Tag), ist der Fehler bei der Fortschreibung ab 2004 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.

8.2.2.3.4 Quellgruppenspezifische Qualitätssicherung/ -kontrolle und Verifizierung (6.B.2)

Eine Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde durchgeführt.

Eine Auswertung der Nationalen Inventarberichte anderer Länder zeigt, dass die, auch in Deutschland angewandte IPCC Methode zur Bestimmung der N_2O-Emissionen in den meisten Annex I Staaten zur Anwendung kommt. 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.

8.2.2.3.5 Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2)

Aktuell wurden keine Rückrechnungen durchgeführt.

8.2.2.3.6 Geplante Verbesserungen (6.B.2)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

8.3 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).

8.4 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.

8.4.1 Andere Bereiche - Kompostierungsanlagen (6.D.1)

8.4.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.D.1)

In der Bundesrepublik werden jährlich zunehmende Anteile der biologisch abbaubaren Abfälle in Kompostierungsanlagen verwertet. Daher wurden im Inventarbericht 2006 erstmals CH_4 und N_2O-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.

8.4.1.2 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 Abfallkompostierung 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.

Emissionsfaktoren

Für die Kompostierung wurde in einem Forschungsvorhaben im Auftrag des Umweltbundesamtes (IFEU 2003a) eine Berechnungsmethode zur Ermittlung von Emissionsfaktoren für die Schadstoffe CH_4, N_2O und NH_3 abgeleitet. Als Datengrundlage diente dabei eine Studie der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU 2002). Zur Ermittlung der Emissionsfaktoren wurden bei dieser Methode mittlere Gehalte an Kohlenstoff und Stickstoff in Bioabfall und Grünabfall angenommen. Außerdem wurden durchschnittliche Abbauraten während der Kompostierung sowie eine Verteilung des Kohlenstoffs und des Stickstoffs auf die relevanten emittierten Abbauprodukte geschätzt.

Für Bioabfall aus Haushalten ergaben sich folgende Emissionsfaktoren:

$EF\text{-}N_2O = 83$ g N_2O/Mg Bioabfall

EF-CH_4 = 2,5 kg CH_4/Mg Bioabfall

Für Grünabfälle ermittelte die gleiche Studie die folgenden Emissionsfaktoren:

EF-N_2O = 60,3 g N_2O/Mg Grünabfall
EF-CH_4 = 3,36 kg CH_4/Mg Grünabfall

Diese nationalen Emissionsfaktoren wurden für die Inventarberechnungen verwendet.

8.4.1.3 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% für CH_4 und von mindestens 100 % für N_2O ausgegangen wird.

8.4.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.D.1)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

8.4.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (6.D.1)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

8.4.1.6 Geplante Verbesserungen (6.D.1)

Derzeit wird im Auftrag des Umweltbundesamtes ein Forschungsvorhaben durchgeführt, dessen Ziel es ist, die Datengrundlage für die Emissionsfaktoren für CH_4 und N_2O zu verbessern. Im Rahmen des Vorhabens werden sowohl Literaturdaten recherchiert als auch Messungen an Kompostanlagen 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.

8.4.2 Andere Bereiche - Mechanisch-biologische Abfallbehandlung (MBA) (6.D.2)

8.4.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.D.2)

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 Weiterntwicklungen 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 technischen Anforderungen erfüllen und anspruchvolle 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.

8.4.2.2 Methodische Aspekte (6.D.2)

Weder die „1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories“, noch der IPCC-Bericht zu „Good Practice Guidance“ (2000) geben eine Methode für die Emissionen aus Mechanisch-Biologischen-Anlagen (MBA) an. Daher wurde eine nationale Methode entwickelt, bei welcher die kompostierten Abfallmengen mit Emissionsfaktoren aus einer nationalen Studie multipliziert werden.

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 N_2O wurde bei geschossenen Anlagen höher als offenen Anlagen angesetzt, da auch im Biofilter N_2O durch die Oxidation Ammoniumsticktoff 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-N_2O = 190 g N_2O/Mg Abfall
EF-CH_4 = 150 g CH_4/Mg Abfall

Für die geschossenen MBA mit Biofilter ermittelt die gleiche Studie die folgenden Emissionsfaktoren:

EF-N_2O = 375 g N_2O/Mg Abfall
EF-CH_4 = 150 g CH_4/Mg Abfall

Für Zeitraum ab 2006 werden die Begrenzungen der Emissionsfrachten der 30. BImSchV als Emissionsfaktoren übernommen:

EF-N_2O = 100 g N_2O/Mg Abfall
EF-CH_4 = 55 g CH_4/Mg Abfall

Da im Jahre 2005 die Mehrzahl der MBA über Abgasreinigungsverfahren zur Minimierung der N_2O-Emission verfügte, wurde der Emissionsfaktor für das Jahr 2005 auf 169 g geschätzt.

Diese nationalen Emissionsfaktoren wurden für die Inventarberechnungen verwendet.

8.4.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.D.2)

Die Unsicherheiten der mechanisch-biologisch behandelten 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. 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

8.4.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.D.2)

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde vollständig durchgeführt.

8.4.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (6.D.2)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

8.4.2.6 Geplante Verbesserungen (6.D.2)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

9 ANDERE (CRF SEKTOR 7)

Gegenwärtig werden für Deutschland keine Treibhausgasemissionen berechnet, die sich nicht einer der anderen vorgesehenen Quellgruppen zuordnen lassen.

10 RÜCKRECHNUNGEN UND VERBESSERUNGEN

Im Folgenden werden Rückrechnungen aufgrund quantitativ wirksamer Verbesserungen der Inventare dokumentiert, die zwischen der Inventarberechnung des Berichtsjahrs 2008 und der des Berichtsjahrs 2009 erfolgt sind. Weitere Angaben zu den Rückrechnungen erfolgen in den CRF Tabellen Table 8(a), Table 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 (siehe Kapitel 10.1.1).

10.1 Erklärung und Rechtfertigung der Rückrechnungen

10.1.1 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.

10.1.2 Rückrechnungen im Inventar 2009 nach Quellgruppen

Die Rückrechnungen begründen sich diesjährig durch die stellenweise umfassende Überarbeitung der Inventare der Berichtskategorien (Landwirtschaft, LULUCF). Zudem kam es zu verschiedenen methodischen Anpassungen, die teilweise erhebliche Veränderungen in den betroffenen Quellgruppen nach sich zogen (u.a. Fugverkehr), sowie weiteren Detailverbesserungen.

Die Inventare enthalten dabei Verbesserungen in folgenden Bereichen:

Energie:

- Aktualisierung der Aktivitätsdaten der Brennstoffeinsätze 2003 bis 2006 (1.A.1)
- verbesserte Berechnungsmethode Rauchgasentschwefelung (1.A.1.a)
- Aktualisierung der Aktivitätsdaten für den Brennstoffeinsatz von Hausmüll/Siedlungsabfall 2006 (1.A.1.a)
- korrigierte N_2O-Emissionsfaktoren 1990 bis 1994 (1.A.1.a)
- Aktualisierung der Aktivitätsdaten für Staub- und Wirbelschichtkohle ab 2000 (1.A.1.c)
- Aktualisierung der Aktivitätsdaten der Brennstoffeinsätze 2003 bis 2006 (1.A.2.a)
- Aktualisierung der Aktivitätsdaten der Brennstoffeinsätze 2005 und 2006 (1.A.2.b, e, f)
- Korrektur der Aktivitätsdaten des Braunkohleeinsatzes ab 1996 (1.A.2.a)
- neuer Berechnungsalgorithmus für flüssige Brennstoffe ab 1995 (1.A.2.f Zement/Kalk/Sonstige)
- Korrektur des Brennstoffeinsatzes in der Glasindustrie ab 2003 (1.A.2.f Glas)
- methodische Überarbeitung der N_2O-Emissionsfaktoren 1990 bis 1994 (1.A.2.f Sonstige)
- Anpassung der Aktivitätsdaten ab dem Jahr 2003 (1.A.2.f Sonstige)
- Einführung eines jahresspezifischen Splitfaktors für die Trennung in nationalen und internationalen Flugverkehr (1.A.3.a, 1.BU.1)
- Aktualisierung der Aktivitätsdaten 2000 bis 2006 (1.A.3.b)
- Neuerfassung von Bio-Ethanol im Straßenverkehr ab 2004 (1.A.3.b)
- Aktualisierung der Aktivitätsdaten 2005 und 2006 (1.A.3.c)
- Aktualisierung der Aktivitätsdaten ab 1996 (1.A.3.d, 1.BU.2)
- Aktualisierung der Aktivitätsdaten für den Bauwirtschaftlichen Verkehr ab 1996 sowie für den Erdgaseinsatz in Erdgasverdichterstationen ab 2003 (1.A.3.e)
- Verwendung neuer N_2O- und CH_4-Emissionsfaktoren ab 1996 (1.A.4, 1.A.5.a) und aktualisierter Aktivitätsdaten ab 2003 (1.A.4)
- Aktualisierung der Aktivitätsdaten des militärischen Verkehrs ab 1996 (1.A.5.b)
- Verwendung aktueller Daten vom Gesamtverband Steinkohle (GVSt) sowie erstmalige Berücksichtigung der energetischen Verwertung von Methan ab 1998 (1.B.1.c)
- Erstmalige Berichterstattung von 1.B.2.a.i
- Korrektur einer Doppelzählung von 1.B.2.a.ii und iii, Anpassungen in 1.B.2.a.iii
- Korrektur eines Schnittstellenfehlers in 1.B.2.a.v und 1.B.2.b.iv

Industrieprozesse:

- Überarbeitung der Scherbeneinsätze ab 1990 (2.A.7 Glas)
- Verwendung des Default-EF für CO_2 für die Industrieruß-Produktion ab 1990 (2.B.5).

- Löschung der N_2O-Emissionen während der Lachgasproduktion, da zu 100% bereits in 3.D (Anwendung als Anästhetikum) berichtet (2.B.5)
- Überarbeitung der Aktivitätsdaten der Magnesium-Gießereien ab 1996 (2.C.4)
- Einsatz aktueller SO_2-Emissionsfaktoren für die Sulfitzellstoffproduktion ab 1991 (2.D.1)
- Aktualisierung der gesamten Quellgruppe (2.D.2)
- erstmalige Berücksichtigung der Entsorgung von Kühlmitteln (2.F.1.d & e)
- Überarbeitung des Berechnungsverfahrens für PKW (2.F.1.f)
- umfassende Rekalkulationen der Emissionen mobiler Kälteanlagen (2.F.1.f)
- Anpassung von EF und Aktivitätsdaten für Montageschäume (2.F.2)
- Korrektur der Aktivitätsdaten für Hartschäume 2006 (2.F.2)
- Anpassung der Aktivitätsdaten 2006 für R227ea in Feuerlöschmitteln (2.F.3)
- Aktualisierung des Verbrauchs von Medizinalsprays 2006 (2.F.4)
- Korrektur der Aktivitätsdaten für Isolierglasfenster 2006 (2.F.8)
- erstmalige Berichterstattung zu Schweißen (2.F.8.f), Optische Glasfasern (2.F.8.g) und Solartechnik (2.F.8.h)

Lösemittel und andere Produktverwendung:

- erstmalige Berichterstattung der indirekten CO_2-Emissionen aus NMVOC für Entfettung, Lackierung, Herstellung und Anwendung chemischer Produkte sowie der übrigen Lösemittelverwendung (3.A. bis 3.D)

Landwirtschaft (auszugsweise)**:**

- grundlegende Überarbeitung des Inventars - umfassende Aktualisierung bestehender und Einführung neuer Aktivitätsdaten (4.A bis 4.D)
- Verwendung endgültiger Tierzahlen für 2006 (4.A, 4.B)
- Vervollständigung und Korrektur der Tierzahlen der Büffel-Haltung (4.A, 4.B)
- Neuberechnung der Futter-Verdaulichkeit bei Milchkühen (4.A, 4.B)
- Aktualisierung der Futterzusammensetzung bei Mastbullen (4.A, 4.B)
- Neuberechnung der NMVOC-Emissionen auf Basis veränderter NH_3-Emissionen (4.B)
- Aktualisierung der Häufigkeitsverteilung von Haltungsverfahren von Nutztieren, Zeiten des Weidegangs u. Lagerungs- und Ausbringungsverfahren für Wirtschaftsdünger (4.B)
- Verwendung neuer NO- und N_2-Emissionsfaktoren (4.B)
- teilweise Neuberechnung der Emissionen nach Tier 2-Verfahren (4.B)
- Korrektur eines Übertragungsfehlers beim Weidegang von Schafen (4.B)
- Neubewertung der Mengen importierten Geflügelkots (4.B)
- Erstmalige Erfassung von Gemüseanbauflächen als Ackerflächen (4.D)
- Korrektur der Klärschlamm-Aktivitätsdaten (4.D)
- Neuberechnung der N_2O-, NO- und NH_3-Emissionen (4.D)

Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (auszugsweise)**:**

- Korrektur und teilweise Neuerfassung der Aktivitätsdaten; Überarbeitung der Berechnungsmethoden (5.A.1)
- Methodenwechsel bei Ausweisung und Zuordnung der Aktivitätsdaten; Einsatz jahresspezifischer Emissionsfaktoren (5.B)
- Erstmalige Berichterstattung zur Kategorie Wetlands (5.D)
- Erstmalige Berichterstattung zur Kategorie Settlements (5.E)
- Neuberechnung der gesamten Emissionsdaten auf Basis von ATKIS® (5.F)

Abfall und Abwasser:

- Korrektur der Aktivitätsdaten für das Jahr 2006 (6.D)

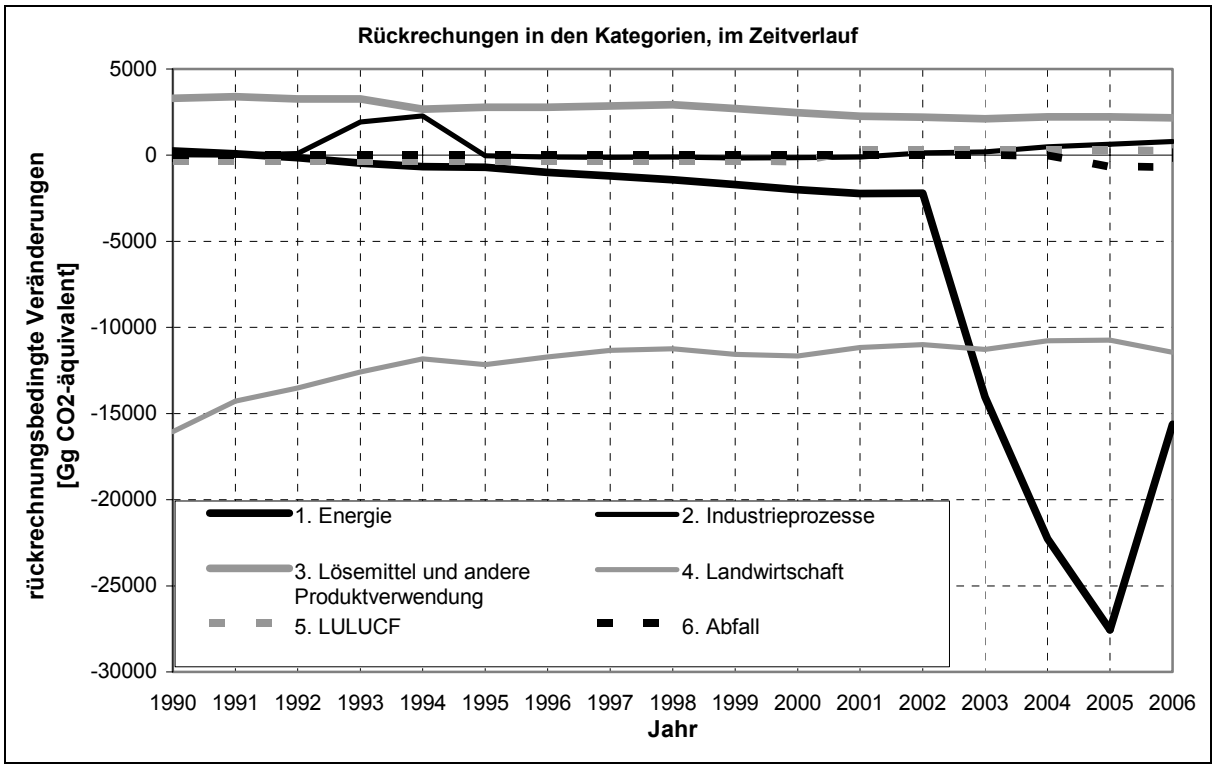


Abbildung 29: Änderung der Gesamtemissionen über alle Kategorien im Vergleich zur Berichterstattung 2008 für die gesamte Zeitreihe

10.1.3 Rückrechnungen im Inventar 2009 nach Schadstoffen

CO_2: Rückrechnungen erfolgten in folgenden Quellgruppen:

- siehe Nennungen Energie unter 10.1.2
- siehe Nennungen Industrieprozesse unter 10.1.2
- siehe Nennungen Lösemittel und andere Produktverwendung unter 10.1.2

N_2O /CH_4 Rückrechnung erfolgte in folgenden Quellgruppen:

- siehe Nennungen Energie unter 10.1.2
- siehe Nennungen Landwirtschaft unter 10.1.2
- siehe Nennungen LULUCF unter 10.1.2

F-Gase Rückrechnung erfolgte in folgenden Quellgruppen:

- siehe Nennungen Industrieprozesse unter 10.1.2

Tabelle 125: Rückrechnungen des Inventars gegenüber der vorjährigen Berichterstattung

	Basisjahr (1990/ 1995)	**2006**
	Veränderung in [%]	
Gesamt (CO_2-äquiv.)	**- 1,04 %**	**+ 2,44 %**
CO_2	+ 0,33 %	- 1,50 %
CH_4	- 1,47 %	- 3,87 %
N_2O	- 17,39 %	- 16,42 %
HFC, PFC, SF_6	- 0,05 %	+ 5,21 %

Quelle: eigene Berechnungen, Emissionen ohne LULUCF

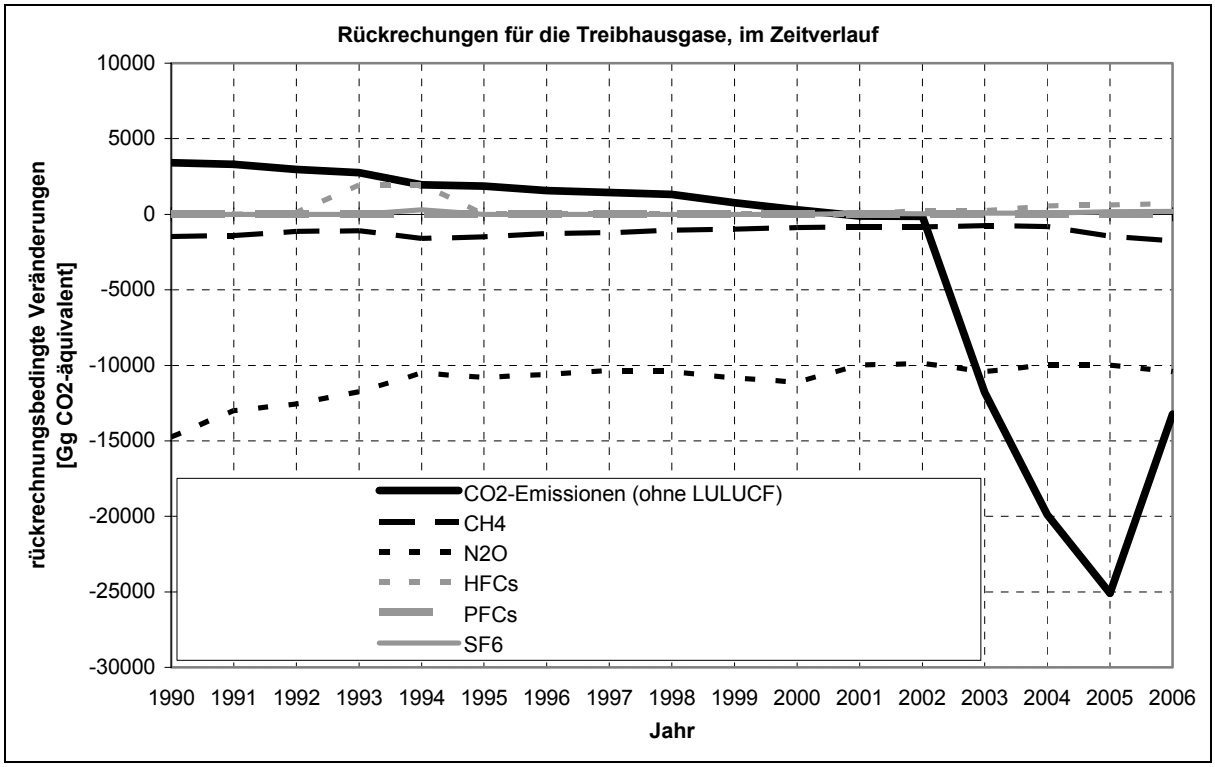


Abbildung 30: Rückrechnung der schadstoffbezogenen Gesamtemission über alle Quellgruppen im Vergleich zur Berichterstattung 2008 für die gesamte Zeitreihe

10.1.4 Rückrechnungen als Umsetzung von Ergebnissen des Review Prozesses

Einzelne Rekalkulationen sind direkte Folge von Benennungen vergangener Reviews:

- methodische Überarbeitung der in 1.A.1 und 1.A.2 verwendeten N_2O-Emissionsfaktoren für die Jahre 1990 bis 1994

10.2 Auswirkung auf die Höhe der Emissionen

Das Inventar wurde in Bezug auf Vollständigkeit und Genauigkeit verbessert.

Ursache für das Absinken der Emissionen sind zum einen die aktuelleren Energiebilanzen und die darauf beruhenden Berechnungen. Dort wirkten sich vor allem die milden Winter 2005/06 und 2006/07 positiv aus.

Tabelle 126: Rückrechnungen des Inventars in Zeitreihen gegenüber der vorjährigen Berichterstattung

	Nationale Gesamtemissionen an Treibhausgasen ohne Kohlendioxid aus LULUCF		
	Submission 2008	Submission 2009	Rückrechnung/ Differenz
	[Gg CO_2-äquivalent]	[Gg CO_2-äquivalent]	[%]
1990	1.228.063,02	1.215.265,05	-1,04
1991	1.179.969,14	1.168.855,95	-0,94
1992	1.129.336,49	1.118.728,22	-0,94
1993	1.116.347,71	1.108.200,85	-0,73
1994	1.098.124,32	1.090.246,29	-0,72
1995	1.095.385,40	1.084.953,65	-0,95
1996	1.115.055,27	1.104.723,17	-0,93
1997	1.077.745,91	1.067.626,79	-0,94
1998	1.052.680,36	1.042.512,99	-0,97
1999	1.020.986,54	1.009.933,80	-1,08
2000	1.019.915,63	1.008.220,19	-1,15
2001	1.036.756,03	1.025.859,27	-1,05
2002	1.017.691,90	1.007.147,48	-1,04
2003	1.030.520,65	1.007.847,46	-2,20
2004	1.028.005,47	997.973,44	-2,92
2005	1.005.422,04	969.644,74	-3,56
2006	1.005.215,42	980.667,20	-2,44

Quelle: eigene Berechnungen, ohne Kohlendioxid aus LULUCF

Die Bereiche Landwirtschaft und LULUCF wurden umfassend überarbeitet und weitestgehend neu berechnet.

Im Bereich der nachrichtlichen Mitteilungen wurden für den internationalen Luftverkehr alle Jahre betreffende Rückrechnungen vorgenommen. Die CO_2-Emissionen aus Biomasse änderten sich aufgrund von Anpassungen bei der Verwendung von Biomasse zur Wärmeerzeugung und dem Einsatz von Bio-Kraftstoffen im Straßenverkehr.

Tabelle 127: Rückrechnungen nachrichtlicher Inventardaten gegenüber der vorjährigen Berichterstattung

	1990	2006
	Veränderung in [%]	
Emissionen aus dem internationalen Verkehr	- 0,32 %	+ 9,85 %
Luftverkehr	- 0,54 %	+ 15,09 %
Seeverkehr	± 0,00 %	± 3,05 %
Multilaterale Einsätze	NE	NE
CO_2 Emissionen aus Biomasse	0,00 %	- 7,99 %

Quelle: eigene Berechnungen

Die Veränderungen im internationalen Flugverkehr beruhen dabei auf dem erstmaligen Einsatz eines jahresspezifischen Splitfaktors für die Unterscheidung in nationalen und internationalen Flugverkehr (siehe Kapitel 3.1.5.1 und 3.1.9).

10.2.1 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 1990

Die CO_2 Emissionen, die CH_4 Emissionen und die N_2O Emissionen veränderten sich für 1990 geringfügig. Die Gesamtemission für 1990 veränderten sich durch methodische Korrekturen um insgesamt 1,02 %.

Die Veränderungen erfolgten dabei mehrheitlich in den Sektoren *Lösemittel und andere Produktanwendung* und *Landwirtschaft*.

Grund für die Anhebung der für die Kategorie *Lösemittel* berichteten Emissionen ist die erstmalige Erfassung der Freisetzung von indirektem CO_2 aus emittierten NMVOC. Diese führt zu einer Anhebung der Emissionen dieser Kategorie um mehr als das 2,5–fache (+158,31 %).

Die grundlegende Novellierung der Kategorie *Landwirtschaft* führte dagegen zu einer mengenbezogen noch stärkeren Abnahme der für 1990 berichteten Emissionen, die den bei den Lösemitteln verzeichneten Anstieg mehr als ausgleicht.

Detailliertere Informationen sind, in Ergänzung zu nachfolgender Tabelle, in den CRF-Tabellen 8(a)s1 und 8(a)s2 verfügbar.

Tabelle 128: Rückrechnung der quellgrupppenspezifischen Gesamtemission über alle Schadstoffe 1990

	Übermittlung 2008 [Gg]	Übermittlung 2009 [Gg]	Änderung CO_2-äquivalent [Gg]	Änderung [%]
Nationale Gesamtemissionen (ohne LULUCF)	**1.227.688**	**1.215.209**	**-12.479**	**-1,02**
1. Energie	987.692	987.938	246	0,02
2. Industrieprozesse	119.799	119.820	21	0,02
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	2.089	5.396	3.307	158,31
4. Landwirtschaft	77.685	61.631	-16.054	-20,67
5. Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft	-28.241	-28.250	-9,2	-0,03
- N_2O (Emissionen)	375	57	-318	-84,93
- CO_2 (Einbindungen)	-28.615	-28.306	309	1,08
6. Abfall	40.423	40.424	0	0,00

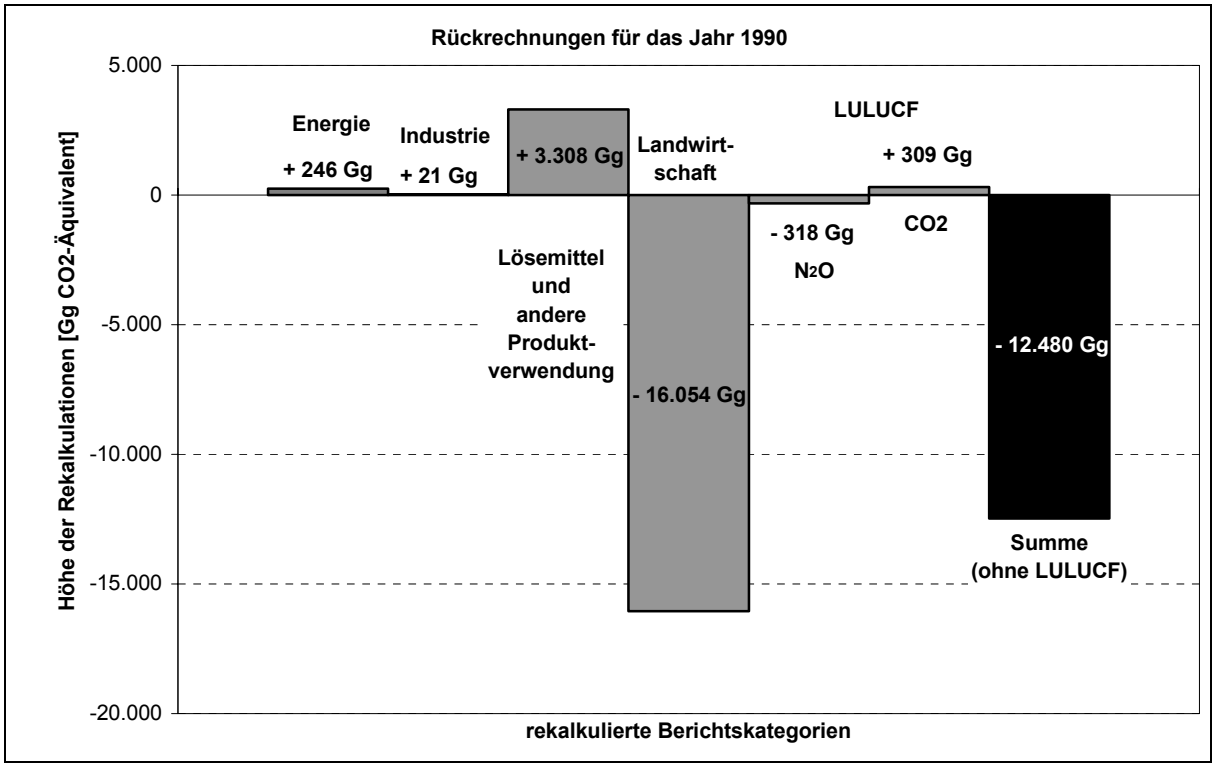


Abbildung 31: Rückrechnungen aller Treibhausgase 1990

10.2.2 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 2006

Die Gesamtemissionen ohne LULUCF sanken für das Jahr 2006 im Vergleich zur Submission 2008 um 2,47 %.

Die Veränderungen erfolgten hier größtenteils in den Sektoren *Energie* und *Landwirtschaft*, wo die Emissionen durch die Rekalkulationen deutlich unter den Werten der vorangegangenen Submission liegen, und *LULUCF*, wo die Emissionen im Gegenzug ansteigen.

Die Rekalkulation der Emissionen aus der *Energie*erzeugung auf Basis überarbeiteter Energiebilanzen führt zu einer Minderung der Emissionen um etwas mehr als 1,9 %. Aufgrund des großen Beitrags zu den Gesamtemissionen entfallen aber mehr als 62 % (-15.616 Gg) des Gesamtrückganges der Emissionen (-24.789 Gg, ohne LULUCF) auf diese Kategorie.

Infolge der tiefgreifenden Überarbeitung der Kategorie Landwirtschaft ergibt sich hier eine Absenkung der berichteten Emissionen um mehr als 18 % oder etwa 45 % des Gesamtrückganges (ohne LULUCF).

Für LULUCF verringert sich zum einen der Wert für die Einbindung von CO_2 deutlich (Abnahme um rund 56 %). Die berichteten N_2O-Emissionen erhöhen sich zudem stark (+57,1 %). Ingesamt resultiert dies in einer Veränderung von +57,2 %.

Weitere Rückrechnungsinformationen enthalten die CRF-Tabellen 8(a)s1, 8(a)s2 und 8(b) und nachfolgende Zusammenstellung.

Tabelle 129: Rückrechnung der quellgrupppenspezifischen Gesamtemission über alle Schadstoffe 2006

	Übermittlung 2008 [Gg]	Übermittlung 2009 [Gg]	Änderung CO_2-äquivalent [Gg]	Änderung [%]
Nationale Gesamtemissionen (ohne LULUCF)	**1.004.794**	**980.005**	**-24.789**	**-2,47**
1. Energie	818.905	803.289	-15.616	-1,91
2. Industrieprozesse	108.178	108.967	789	0,73
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	1.174	3,345	2.171	184,96
4. Landwirtschaft	63.542	52.098	-11.445	-18,01
5. Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF)	-36.399	-15.572	20.828	57,22
- N_2O (Emissionen)	421	662	241	57,06
- CO_2 (Einbindungen)	-36.821	-16.234	20.588	55,91
6. Abfall	12.995	12.306	-688	-5,30

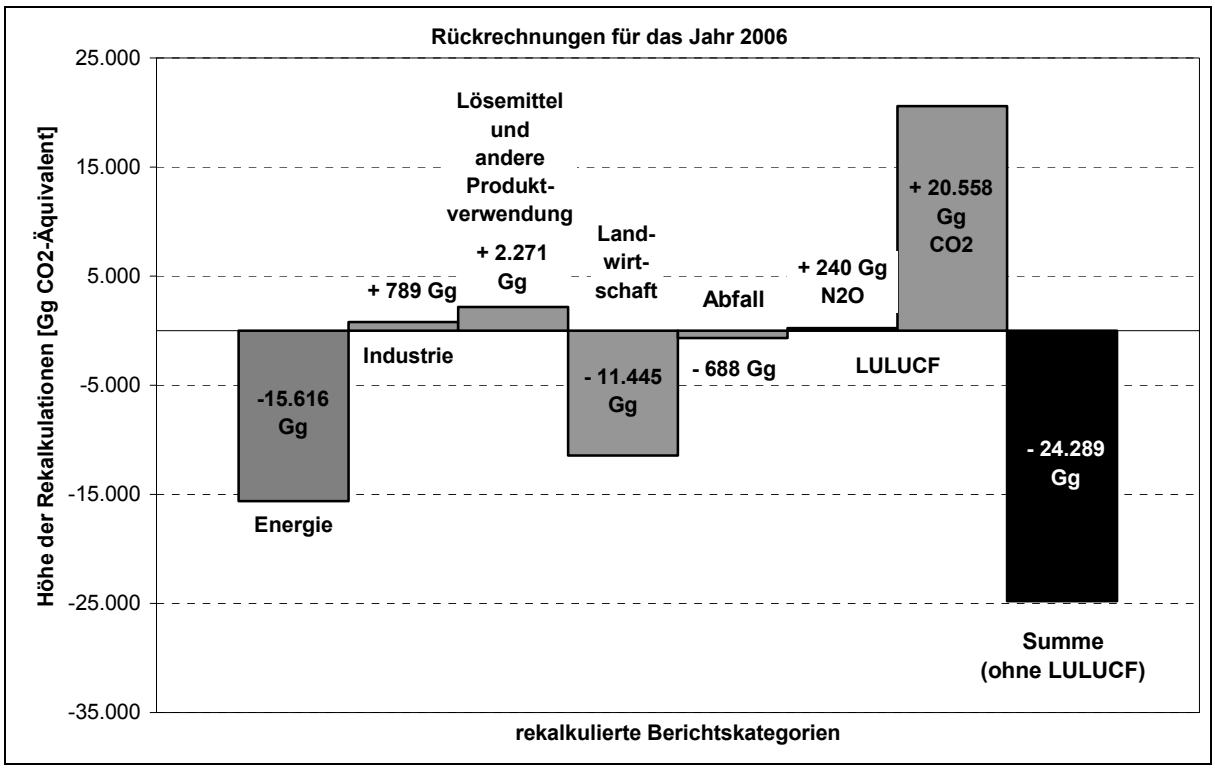


Abbildung 32: Rückrechnungen aller Treibhausgase 2006

10.3 Auswirkung auf die Emissionstrends und die Konsistenz der Zeitreihe

Die Konsistenz der Zeitreihen hat sich auf Grund der Rückrechnungen verbessert. Die quellgruppenspezifischen Trends änderten sich teilweise deutlich; die Trends auf höherem Aggregationsniveau dagegen kaum. Einzig der Trend für die Kategorie LULUCF wurde hier stärker beeinflusst.

Im Ergebnis stellt sich der Gesamttrend gegenüber dem Basisjahr in einer Reduktion von 21,5 % dar. Die CO_2- und CH_4-Emissionen nehmen gegenüber dem Vorjahr ab. Die Emissionen von N_2O sinken zudem erheblich. Ein besonders deutlicher Anstieg zeigt sich außerdem bei HFC- und SF_6-Emissionen, während die PFC-Emissionen zurückgehen.

10.4 Verbesserungen des Inventars

Die folgende Tabelle fasst die durchgeführten Verbesserungen der THG-Emissionsberichterstattung aufgrund der Hinweise und Anmerkungen des ERT aus der Initialen Überprüfung unter dem Kyoto Protokoll und zum Treibhausgasinventar 2006 zusammen. Die Tabelle nennt nur Aspekte, die nicht bereits während der Überprüfung gelöst wurden.

Tabelle 130: 1.1 Zusammenstellung der im NIR 2009 dokumentierten Verbesserungen

CRF	Anmerkung/Aspekt	Verbesserung	NIR-Kapitel
Nationales System	IRR 2007, §11: ERT empfiehlt zur Implementierung des Staatssekretärsbeschlusses „Nationales System“ die Einrichtung eines Ausschusses.	Der eingerichtete Koordinierungsausschuss setzt sich aus Vertretern der beteiligten Ministerien (BMU, BMELV, BMWi, BMI/Destatis, BMVBS) zusammen und tagt 2x jährlich.	Abschnitt 1.2.1
Nationales System	IRR 2007, §16/§88: ERT empfiehlt die Sicherstellung klarer Zuständigkeiten bei den verantwortlichen Ministerien.	2008 erfolgte eine Neustrukturierung der Ressortforschung des BMELV, dabei wurde die Arbeitsgruppe Emissionsberichterstattung am Johann Heinrich von Thünen-Institut im Geschäftsbereicht des BMELV für CRF 4 und CRF 5 eingerichtet.	Abschnitt 1.2.4.6 und 1.4.1.5
Nationales System	ARR 2008/§10/§62: ERT hinterfragt den Status der Implementierung des Nationalen Systems für die Artikel 3.3/3.4-Berichterstattung und ein entsprechendes System zur Detektierung der Landnutzung.	Nach der Neustrukturierung der Ressortforschung des BMELV wurde das Von Thünen –Institut mit der Umsetzung der Berichterstattung zu Artikel 3.3 und 3.4 beauftragt	Abschnitt 1.2.4.6
Nationales System	ARR 2008/§21: ERT empfiehlt eine Beschreibung des erreichten Fortschritts im nationalen System: vollständige Implementierung des QK/QS-Plans, Vereinbarung mit DESTATIS und FAL zu vertraulichen Daten und Verfügbarkeit von landwirtschaftlichen Statistiken, Abkommen mit EUROCONTROL zum Datenaustausch, Entwicklung eines integrierten Konzepts für ein Landnutzungsmonitoring für CRF 5.	Beschreibung des erzielten Fortschritts im nationalen Systems; Abschluss einer Vereinbarungen zwischen FAL (vTI) und Destatis zur Verfügbarkeit von landwirtschaftlichen Statistiken.	
QK/QS	IRR 2007, §18/ARR 2006, §19: ERT empfiehlt weitere Verbesserung des QK/QS-Systems mit externen Datenlieferanten (Implementierung des Staatssekretärsbeschlusses „Nationales System“) sowie Dokumentation externer QK/QS-Systeme.	Mindestanforderungen an die Datendokumentation, QK/QS und Archivierung für externe Datenlieferanten wurden entwickelt und sind vom Koordinierungsausschuss akzeptiert worden. Die Umsetzung erfolgt derzeit.	Abschnitt 1.2.3/1.2.6
QK/QS	IRR 2007, §19/ARR 2006, §20: ERT empfiehlt einen stärker formellen, jährlichen stattfindenden externen Überprüfungsprozess zur Inventarverbesserung.	Zum Nationalen System ist ein Workshop mit einer Überprüfung der Inventare durch unabhängige Dritte in Planung.	Abschnitt 1.2.4.8

CRF	Anmerkung/Aspekt	Verbesserung	NIR-Kapitel
Umsetzung von Review-Empfehlungen	ARR 2008 § 19: ERT stelt fest, dass DE der Empfehlung einer zeitnaheren Erstellung der Energiebilanzen nicht gefolgt ist	Die Terminkette für die Energiebianz wurde an die Inventarerstellung angepasst und die Energiebilanzen erfolgen zeitnaher	Abschnitt 1.2.5
Hauptquell-gruppen	IRR 2007, §24/ARR 2006, §7: ERT empfiehlt die weitere Entwicklung eines Tier-2-Verfahrens für die Hauptquellgruppenbestimmung.	Mit der Submission 2007 wurde erstmalig eine Hauptquellgruppenbestimmung gemäß Tier-2- Verfahrens durchgeführt. Dies erfolgt für das Inventar alle drei Jahre.	Abschnitt 1.3.1.3
Vollstän-digkeit	IRR 2007, §27 ARR 2006, §9: ERT kritisiert die fehlende Abschätzung potenziell ausgeschlossener Kategorien.	Innerhalb eines Forschungsvorhabens wird gegenwärtig an einer systematischen Überprüfung der Vollständigkeit der nationalen Emissionsdaten gearbeitet. Erste Ergebnisse flossen bereits in das Inventar 2009 ein (z.B. CRF 3.A-3.D).	z.B. Abschnitt 5.1.2
1	IRR 2007, §49/§64/ARR 2006, §30/35: ERT empfiehlt die weitere Verbesserung der Trennung fossiler Energieträger als Rohmaterial und für die nicht-energetische Nutzung von der Verbrennung.	Methodischen Annahmen und Prozeßbetrachtungen für die nicht-energetische Nutzung fossiler Energieträger werden gegenwärtig überarbeitet.	Abschnitt 13.9
1	IRR 2007, §54/ARR 2006, §40: ERT empfiehlt dringend, die Annahme der 100%-igen Oxidation von Brennstoffen in zukünftigen Inventaren konsistent anzuwenden.	Deutschland geht weiterhin von einer vollständigen Oxidation des in den Brennstoffen enthaltenen Kohlenstoffs aus.	Abschnitt 3
1	ARR 2008, §18: ERT empfiehlt die direktere Verwendung von EU ETS-Daten zur Verbesserung des QK/QS-Systems und zur Reduzierung von Unsicherheiten.	Eine direkte Verwendung der EU ETS-Daten würde zu einer geringeren Transparenz führen, da die anlagenspezifischen Aktivitätsdaten vertraulich sind. Daher werden die Emissionshandelsdaten zur Qualitätssicherung verwendet und es wird überprüft, ob die Daten aus veröffentlichten nationalen Statistiken mit den Emissionshandelsdaten konsistent sind. Im Bereich der Emissionsfaktoren werden auch direkte Daten (Basis-Emissionsfaktoren für CO_2 aus dem Emissionshandel genutzt.	Abschnitt 1.2.4.3 Abschnitt 1.2.6.7 Abschnitt 3.1.4.1.2 Abschnitt 4.1.2.4 Abschnitt 4.1.8.4 Abschnitt 4.3.1.2 Abschnitt 13.7.1 (Emissionsfaktoren)
1.A.1.a	IRR 2007, §55/ARR 2006, §42: ERT kritisiert die Verwendung unterschiedlicher N_2O-Emissionsfaktoren für 1990-1994 und 1995-2004.	Eine Überprüfung der N_2O-EF auf Konsistenz 1994/1995, die Anpassung der EF und Rückrechnung wurden für das Inventar 2009 vorgenommen.	Abschnitt 3.1.1.3.4
1.A.2.f	IRR 2007, §55 N_2O- Emissionen aus Energieindustrie und verarbeitender Industrie waren neuberechnet worden und den review Team zur Verfügung gestellt worden, waren jedoch nicht Teil der ursprünglichen submission.	Eine Anpassung der N_2O-EF (siehe 1.A.1.a), Anpassung der Aktivitätsdaten an veröffentlichte Energiebilanzdaten und entsprechende Rückrechnungen erfolgten für das Inventar 2009	Abschnitt 3.1.4.11.5

CRF	Anmerkung/Aspekt	Verbesserung	NIR-Kapitel
1.A.2.c/d	IRR 2007, §56/ARR 2006, §43: ERT empfiehlt die Anpassung der *Notation keys* für die Verbrennung von Chemikalien und Zellstoff, Papier und Druckerzeugnisse.	Die Anpassung der *Notation keys* wurde bereits für die Submission 2008 vorgenommen.	
1.A.3.b	IRR 2007, §58/ ARR 2006, §46: ERT empfiehlt, im NIR das Phänomen des „Tanktourismus“ zu erklären.	Erklärung ist im NIR 2009 enthalten, eine quantitative Abschätzung ist derzeit nicht möglich.	Abschnitt 3.1.5.2.2
1.A.3.b	Vollständigkeit	Durch die Verbesserung der Datenverfügbarkeit konnten die Emissionen aus dem Verbrauch von Bio-Ethanol erstmalig explizit ermittelt werden.	Abschnitt 3.1.5.2.5
1.BU	ARR 2008, §28: ERT empfiehlt die Durchführung eines Forschungsprojektes zur Ermittlung der Emissionen aus dem internationalen Flugverkehr ab 1995.	Verwendung eines jahresspezifischen Splitfaktor zwischen nationalem und internationalem Flugverkehr von Eurocontrol; zur Verbesserung der TIER Methode wurde ein Forschungsvorhaben initiiert.	Abschnitt 3.1.9.1.1 / Abschnitt 3.1.5.1.6
1.BU.1	IRR 2007, §50/ARR 2006, §45 ERT kritisiert Split-Faktor von 80% zwischen internationalem und nationalem Flugverkehr	Verbesserung des Splitfaktors zwischen nationalem und internationalem Flugverkehr	Abschnitt 3.1.9.1.1/ Abschnitt 3.1.5.1.2
2	IRR 2007, §63: ERT empfiehlt die zusätzliche Beschreibung der methodischen Auswirkungen auf die Berichterstattung von F-Gas-Emissionen auch vor dem Basisjahr (1990-1994).	Beschreibung der Erhebungs- und Berechnungsmethoden ab 1990 seit der Submission 2008.	Abschnitt 4.5.1.2 / Abschnitt 4.6.1.2 / Abschnitt 4.6.2.1.2 / Abschnitt 4.6.6.2 / Abschnitt 4.6.8.1.2
2.A.5	IRR 2007, §18 ERT empfiehlt Dokumentation der QA/QC Verfahren der externen Bereitsteller von Daten	Gespräche über eine Vereinbarung zur Datenbereitstellung mit dem Industrieverband Bitumen Dach- und Dichtungsbahnen (vdd)erfolgen gegenwärtig.	Abschnitt 1.2.4.7
2.B.1 2.B.2 2.B.3	IRR 2007, §18 ERT empfiehlt Dokumentation der QA/QC Verfahren der externen Bereitsteller von Daten	Gespräche über eine Vereinbarung zur Datenbereitstellung mit VCI erfolgen gegenwärtig.	Abschnitt 1.2.4.7
2.B.3	IRR 2007, §70/ARR 2006, §65: ERT kritisiert die Inkonsistenz bei Verwendung der *Notation keys* für die Aktivitätsrate.	Die Anpassung der *Notation keys* wurde bereits für die Submission 2008 vorgenommen.	
2.B.5	IRR 2007, §71/ARR 2006, §66: ERT empfiehlt die konsistentere Berücksichtigung der Quellgruppe in der Hauptquellgruppenanalyse.	Die vom ERT kritisierte Diskrepanz wurde im NIR beseitigt.	
2.F	IRR 2007, §73/ARR 2006, §68: ERT empfiehlt die Vervollständigung von Rückrechnungen und deren Dokumentation im NIR.	Beschreibungen von sektorspezifischen Rückrechnungen wurden im NIR 2009 vervollständigt.	Abschnitt 4.6
3.A-3.D	ARR 2008, §33: ERT empfiehlt die Berichterstattung weiterer Gase und Kategorien zur Verbesserung der Vollständigkeit	Indirekte CO_2-Emissionen aus der Lösemittelproduktion wurden für das Inventar 2009 erstmalig ermittelt.	Abschnitt 5.1.2
4	FCCC/SBSTA/2007/4, § 56: SBSTA empfiehlt den Mitgliedsstaaten, Erfahrungen mit der Anwendung der IPCC 2006 Guidelines zu sammeln.	Für das landwirtschaftliche Emissionsinventar wurden die *IPCC 2006 Guidelines* verwendet.	Abschnitt 6

CRF	Anmerkung/Aspekt	Verbesserung	NIR-Kapitel
4	ARR 2008 § 8, ERT hält Verbesserungen in der Berichterstattung im Landwirtschaftssektor für notwendig	Im Inventar 2009 erfolgten wesentliche Neuberechnungen für den Landwirtschaftssektor	Abschnitte 6.1.5, 6.2.5.1, 6.2.5.3, 6.2.5.2, 6.2.5.3,
4.D	IRR 2007, § 80/ARR 2006, § 77: ERT kritisiert unvollständige Aktivitätszeitreihen für Klärschlamm und importierten Dünger.	Die Zeitreihen für Klärschlamm wurde im vorliegenden Inventar vervollständigt.	Abschnitt 6.4.5.3
4.B	IRR 2007, § 82/ARR 2006, §76/ARR 2008, §51: ERT beanstandet die Verwendung des niedrigen MCF aus den *IPCC 1996 Guidelines.*	Für das vorliegende Inventar wurden höhere MCF aus *den IPCC 2006 Guidelines* herangezogen	Abschnitt 6.2.2.1
4.B	ARR 2008, §52: ERT empfiehlt die Prüfung der N-Exkretionsrate für Schafe.	Mit dem aktuellen Inventar wurde die Exkretionsrate für Schafe korrigiert.	Abschnitt 6.2.5.3
4.D	ARR 2008, §54: ERT empfiehlt Einbeziehung von $Frac_{NCRBF}$, $Frac_{NCRO}$ and $Frac_R$ in der CRF-Tabelle 4Ds2.	Das aktuelle Inventar beinhaltet die Fraktionen $Frac_{NCRBF}$, $Frac_{NCRO}$ and $Frac_R$ in den CRF-Tabellen.	CRF 4Ds2
5	IRR 2007, §85/ARR 2006, §81/ARR 2008, §57: ERT kritisiert die Unvollständigkeit bei obligatorisch zu berichtenden Kategorien, Pools und Gasen. ARR 2008 § 8, 9 ERT hält Verbesserungen in der Berichterstattung im LULUCF-Sektor für notwendig	Mit dem aktuellen Inventar erfolgte eine erneute Berichterstattung von LULUCF mit Verbesserungen und Vervollständigungen in mehreren Kategorien, Pools und Gasen (Berücksichtigung aller zu berichtenden Landnutzungskategorien)	Abschnitt 7.4, Abschnitt 7.5
5.A.1		Die unterirdische Biomasse wurde erstmals in die Berechnungen miteinbezogen und die Berechnungsmethoden verbessert.	Abschnitt 7.1.1.5
5	IRR 2007, §86/ARR 2006, §82/ARR 2008, §59: ERT kritisiert die unzureichenden Informationen zu Definitionen der Landnutzung und der Einordnung in die LULUCF- Kategorien nach IPCC GPG.	Das aktuelle Inventar beinhaltet eine vollständige Abdeckung aller Landnutzungskategorien und Informationen zur Definition der neu berichteten Kategorien.	Abschnitt 7.2.2.1, 7.5, 7.5
5.B/ 5.C	IRR 2007, §94/§95/§96/§97/ARR 2006, §90/§91/§92/§93/ARR 2008, §60/§61: ERT kritisiert Inkonsistenz der Zeitreihen aufgrund unvollständiger Definition der Landnutzungskategorien und der inkonsistenten Verwendung von Faktoren.	Das aktuelle Inventar beinhaltet eine vollständige Definition und Abdeckung aller Landnutzungskategorien. Aufgrund der erstmaligen Anwendung des *wall-to-wall*-Ansatzes erfolgt eine konsistente Landidentifikation.	Abschnitt 7.2.2.1

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 den Quellgruppen-Kapiteln zu entnehmen.

11 REFERENZEN

AGEB, 2003: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (Hrsg.): Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland - Jahre 1990-1999, Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft der Elekrizitätswerke, 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, 2006: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (Hrsg.): Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland, URL: www.ag-energiebilanzen.de (Aufruf: 07.11.2005), Köln, Berlin.

AGEB, 2008: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (Hrsg.): Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland, URL: www.ag-energiebilanzen.de (Aufruf: 02.10.2008), Köln, Berlin.

AGFW 2006 / 2007: Arbeitgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft_AGFW_e.V. 2007 Vorabinformation zum Hauptbericht der Fernwärmeversorgung (noch unveröffentlicht und vorläufig- geplante Erscheinung 12-2007)

AMD, 2002/2003**:** Amd Saxony LLC&Co. KG, Dresden, Umweltbericht. S. 16

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

AUST, o.J.: Vorlesungsscript TC-7: Abwasserbehandlung, siehe http://www.fh-nuernberg.de/tc/lab-aust/lim/wasserbeh_1_kap5_3.pdf

BAFA 2007: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Monatliche Erdgasbilanz, www.bafa.de.

BAFA 2008: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Mineralöldaten, URL: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/mineraloel/amtliche_mineraloeldaten/index.html.

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: V 166: "Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2006" Arnd Fitschen, Ingo Koßmann ; 239 Seiten; Bergisch Gladbach, 2008

BATZ, 1995: Kokereien und Produktemissionen. Mündliche Mitteilung. Umweltbundesamt.

BENNDORF, R., 1999: Situation in Deutschland, ACCC-Workshop „N_2O und das Kyoto-Ziel“, Umweltbundesamt (Berlin), Wien

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

BMELV, 2007: Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup

BMVg, 2008: Bundesministerium der Verteidigung: Energieeinsatz zur Wärmeversorgung der Bundeswehr (unveröffentlicht).

BMWA, o.J.: Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit: Der Bergbau in der Bundesrepublik Deutschland. Laufende Reihe.

BOECKX u. CLEEMPUT, 2001: Boeckx, P. ,Van Cleemput, O.: Estimates of N_2O and CH_4 fluxes from agricultural lands in various regions in Europe. Nutr. Cycl. Agroecosyst. 60, 35-47

BPB, 2002: Bundeszentrale für politische Bildung. Projektgruppe Zukunft der Wirtschaft, Die Zukunft der Wirtschaft, Landwirtschaft und Ernährung, herausgegeben von Margarete Wohlan

BUND, 2006: Pressehintergrund PKW-Vignette vom 10.08.2006, Berlin, 2006

BUWAL, 2003: Anthropogene VOC-Emissionen Schweiz 1998 und 2001, jetzt erhältlich als BUWAL 2007: Anthropogene VOC-Emissionen Schweiz 1998, 2001 und 2004 über http://www.bafu.admin.ch/voc/01265/index.html?lang=de

BV Glas, 2008: Jahresbericht des Bundesverband Glasindustrie e.V., mit statistischem Anhang

BVKalk, 2008 (Bundesverband der deutschen Kalkindustrie e.V.): Kalk Daten nationaler Inventarbericht; am 14. August 2008 per E-Mail an das UBA übermittelt.

BVE, 2007: Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e.V. Internetseiten, URL: www.bve-online.de, Recherchedatum September 2007.

BYRNE, K.A., B. Chojnicki, T.R. Christensen, M. Drösler, A. Freibauer, T. Friborg, S. Frolking, A. Lindroth, J. Mailhammer, N. Malmer, P. Selin, J. Turunen, R. Valenti & L. Zetterberg, 2004: EU Peatlands: Current Carbon Stocks and Trace Gas Fluxes. CarboEurope-GHG Report 4/2004. Specific Study, Tipo-Lito Recchioni, Viterbo, October 2004, S.58.

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 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, 19-42.

DÄMMGEN et al, 2006: Dämmgen, U.; Lüttich, M.; Döhler, H.; Eurich-Menden, B.; Osterburg, B.: Calculations of Emissions from German Agriculture - National Emission Inventory Report (NIR) 2006 for 2004. Part 3: Methods and Data (GAS-EM). Landbauforschung Völkenrode, special issue 291, 47-221

DÄMMGEN et al, 2007: Dämmgen, U.; Lüttich, M.; Haenel, H.-D.; Döhler, H.; Eurich-Menden, B.; Osterburg, B.: Calculations of Emissions from German Agriculture - National Emission Inventory Report (NIR) 2007 for 2005. Part 3: Methods and Data (GAS-EM). Landbauforschung Völkenrode, special issue 304

DÄMMGEN et al, 2008: 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. In Veröffentlichung.

DÄMMGEN & LÜTTICH, 2005: Dämmgen, U.; Lüttich, M.: The Derivation of Nitrogen Excretions for Dairy Cows from Available Statistical Data.. Landbauforschung Völkenrode, special issue 291, 231-243

DAV, 2008: Deutscher Asphaltverband e.V., Schieffelingsweg 6, 53123 Bonn,
Pressemitteilung vom 26.02. 08,
http://www.asphalt.de/site/startseite/aktuelles/pressemitteilungen/

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.

DESTATIS, 1989: CORINE Land Cover - Nomenklatur der Bodenbedeckungen. URL: http://www.destatis.de/stbis/oc_1110/f20/d/nomenkla.htm

DESTATIS, 1991-2005: Statistisches Bundesamt: Fachserien (Zeitschrift), siehe Einzelquellen

DESTATIS, 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

DESTATIS, 2002c: Statistisches Bundesamt, Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 1993 (WZ93), Wiesbaden 2002.

DESTATIS 2006a: Statistisches Bundesamt, „Monatsberichte über die Elektrizitätsversorgung / Dezember 2006“ _ Tab. 3.2 und Tab. 5b.

DESTATIS, 2006b: Statistisches Bundesamt, Statistik 060: Auswertungen des Statistischen Bundesamtes der Budesrepublik Deutschland „Energieverwendung der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie Bergbaus und Gewinnung von Steinen und Erden“

DESTATIS, 2006c: Statistisches Bundesamt, Statistik 067: Auswertungen des Statistischen Bundesamtes der Budesrepublik Deutschland „Stromerzeugungsanlagen der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie Bergbaus und Gewinnung von Steinen und Erden“

DESTATIS 2006d: Statistisches Bundesamt, „Stromerzeugungsanlagen der Betriebe im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe“.

DESTATIS, Fachserie 3 Reihe 3.2.1, versch. Jahrgänge: Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3.2.1: Wachstum und Ernte

DESTATIS, Fachserie 3 Reihe 4, versch. Jahrgänge: Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 4: Viehbestand und tierische Erzeugung.

DESTATIS, Fachserie 4 Reihe 3.1, Jg. ab 1991: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 3.1: Produzierendes Gewerbe - Produktion im produzierenden Gewerbe, Wiesbaden

DESTATIS, Fachserie 4 Reihe 8.1, versch. Jahrgänge: Statistisches Bundesamt; Fachserie 4, Reihe 8.1; Eisen und Stahl, Poeschel-Verlag

DESTATIS, Fachserie 4 Reihe 8.2, Jg. ab 1990: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 8.2: Produzierendes Gewerbe, Düngemittelversorgung, Wiesbaden.

DESTATIS, Fachserie 8 Reihe 4, Jg. ab 1991: Statistisches Bundesamt, Fachserie 8, Reihe 4: Binnenschifffahrt (für die Jahre 1990-2003), Wiesbaden.

DESTATIS, Fachserie 19 Reihe 1, Jg ab 1990: Statisisches Bundesamt, Fachserie 19, Reihe 1: Umwelt, Abfallentsorgung.

DESTATIS, Fachserie 19, Reihe 2.1, 2003: Statistisches Bundesamt, Fachserie 19, Reihe 2.1: Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung, Klärschlamm (für die Jahre 1991, 1995, 1998, 2001), Wiesbaden

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

DIN, 1995: Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 1319 Grundlagen der Messtechnik, Teil 3: Auswertung von Messungen einer einzelnen Meßgröße, Messunsicherheit, Teil 4: Auswertung von Messungen, Meßunsicherheit, Beuth-Verlag GmbH

DIN, 2003: DIN EN 1279-3: Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 3: Langzeitprüfverfahren und Anforderungen bezüglich Gasverlustrate und Grenzabweichungen für die Gaskonzentration; Deutsche Fassung EN 1279-3:2002

DIN, 2004: Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN). DIN 1343. Referenzzustand, Normzustand, Normvolumen; Begriffe und Werte. Internetseite mit Recherchefunktionen. URL: http://www2.din.de. Berlin.

DIW, 1991: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Entwicklung des Energieverbrauchs und seiner Determinanten in der ehemaligen DDR. Von Hans-Joachim Ziesing. Untersuchung im Auftrag des Bundesministers für Wirtschaft. Im Unterauftrag: Institut für Energetik (IfE), Leipzig; Institut für Wirtschaftswissenschaften der Akademie der Wissenschaften, Berlin; Staatliche Vorratskommission für nutzbare Ressourcen der Erdkruste, Berlin. Berlin, April 1991

DIW, 2002: Rieke, H. (DIW): Fahrleistungen und Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr; in: DIW Wochenbericht Nr. 51-52/2002; Berlin, Dezember 2002; Ergebnisse auch kontinuierlichveröffentlicht in „Verkehr in Zahlen“

DLR, 1999: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (Hrsg.), Entwicklung und Bewertung vereinfachter Verfahren zur Bestimmung von Abgasemissionen aus Flugtriebwerken im Reiseflug, Köln, 1999

DMT 2005: Freundliche persönliche Mitteilung von Herrn Meiners, Deutsche Montan Technologie. 28.09.2005. Gelsenkirchen.

DÖPELHEUER, 2002: Anwendungsorientierte Verfahren zur Bestimmung von CO, HC und Ruß aus Luftfahrttriebwerken, Dissertationsschrift des DLR, Institut für Antriebstechnik, Köln, 2002

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, 2006b: 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.

EMEP, 2000: Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook. 2nd ed., EEA, Copenhagen, 2000

EMEP, 2002b: Atmospheric Emission Inventory Guidebook, Chapter 1090 Manure Management Regarding Nitrogen Compounds. EEA, Copenhagen.

EMEP, 2003: Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook, 3rd Edition September 2003 UPDATE, EEA, Copenhagen, 2003

EMEP, 2004: 2004 Emission Inventory Review.
http://www.emep.int/REVIEW/2004/KeySource_Analysis_2002. html

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.

FAO, 1998: World Reference Base for Soil Resources. Rome, Italy.

FAO, o.J.: Tabellen auf Homepage unter http://faostat.fao.org/default.jsp und persönlicher Austausch UBA mit FAO

FHG ISI, 1993: Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung: Emissionen der Treibhausgase Distickstoffoxid und Methan in Deutschland: Emissionsbilanz, Identifikation von Forschungs- und Handlungsbedarf sowie Erarbeitung von Handlungsempfehlungen ; Phase 1, UBA-Berichte 93/09, FKZ 10402682, E. Schmidt-Verlag Berlin, 1993

FICHTNER, 1982: Fichtner Beratende Ingenieure: Maßnahmen zur Intensivierung der Abwärmenutzung in der Industrie, Forschungsvorhaben FKZ ETS8011A/1 im Auftrag des BMFT, Teil A: Ermittlung des theoretisch denkbaren Abwärmepotentials, S I. 4-8

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.

GDA, 2008: Gesamtverband der Aluminiumindustrie – Fachverband Primäraluminium: Monitoringbericht über die Fortschritte bei der Reduktion der CF4/C2F6 Emissionen der deutschen Primäraluminiumindustrie für das Jahr 2007, inkl. Hintergrundtabellen, Mitteilung per E-Mail vom 19.08.2008 von Herrn Rainer Buchholz (Wirtschaftsvereinigung Metalle e.V.) via Herrn Salomon (BMU).

HAENEL & DÄMMGEN, 2007a: Haenel, H.-D.; Dämmgen, U.: Consistent time series of data to model volatile solids and nitrogen excretions of poultry. 1. General considerations and pullets. Landbauforschung Völkenrode 57, 349-362.

HAENEL & DÄMMGEN, 2007b: Haenel, H.-D.; Dämmgen, U.: Consistent time series of data to model volatile solids and nitrogen excretions of poultry. 2. Laying hens. Landbauforschung Völkenrode 57, 363-390.

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

HORTIGATE, 2005: Freilandgemüse-Düngung nach Durchschnittswerten. URL: http://www.hortigate.de/scripts/WebObjects.dll/Hortigate.woa/2/wo/idbb6dt87xLy8HiXAzJ5zw/5.13.1.23.1.1.25.1.5.5

HVG, 2008: Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung. Teilvorhaben 02: Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Glas- und Mineralfaserindustrie., Forschungsbericht in Veröffentlichung

ICAO, 2002: International Civil Aviation Organisation: Engine Exhaust Emissions Data Bank, 3rd edition, Doc. 9646-AN/943, 2002

IFE, 1991: IfE Leipzig GmbH, Energiebilanz 1990 für die neuen Bundesländer. Von Jochen Hesselbach und Mitarbeit von Bernd Lemmnitz, Elke Lindner, Hans-Albert Müller und Ursula Zehrfeld. Untersuchung im Auftrag des Bundesministers für Wirtschaft, Leipzig 1991

IFEU, 2002, Knörr, W. et al, IFEU: 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 Heidelberg: Anpassung der deutschen Methodik zur rechnerischen Emissionsermittlung an internationale Richtlinien. Teil Abfall/Abwasser, Februar 2003

IFEU, 2004: Lambrecht, U., Knörr, W. u.a., IFEU-Institut Heidelberg: Entwicklung eines Modells zur Berechnung der Luftschadstoffemissionen und des Kraftstoffverbrauchs von Verbrennungsmotoren in mobilen Geräten und Maschinen, im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 299 45 113, Heidelberg.

IFEU, 2005: Knörr,W. et al, IFEU-Institut Heidelberg: Fortschreibung Daten- und Rechenmodells: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motoriserten Verkehrs in Deutschland 1960-2030, sowie TREMOD 4.0, im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 204 45 139, Berlin 2005

IKP, 1996: Institut für Kunststoffprüfung und Kunststoffkunde (IKP), Universität Stuttgart: Ganzheitliche Bilanzierung von Dachbahnen aus Bitumen, 1996

INFRAS, 2004: Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 2.1- Dokumentation, Bern, 188.8.2004

IPCC, 1996a: Intergovernmental Panel on Climate Change: Greenhouse Gas Inventory, Workbook, Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2, 1996

IPCC, 1996b: Intergovernmental Panel on Climate Change: Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Reference Manual, Volume 3, 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, Kap. 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

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, 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.

KÖNIG G, BRUNDA M, PUXBAUM H, HEWITT CN, DUCKHAM SC, RUDOLPH J, 1995: Relative contribution of oxigenated hydrocarbons to the total biogenic VOC emissions of selected Mid-European agricultural and natural plant species. Atmospheric Environment 29, 861-874

KOLLMANN, F. 1982: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

KTBL, 2004: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (Hrsg.) (2004) Betriebsplanung Landwirtschaft 2004/05. KTBL-Datensammlung. 19. Ausgabe Darmstadt: KTBL, 573 pp.

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 Produktemissionen. Umweltbundesamt. Vermerk. Blatt 2.2.88 vorbehaltlich weiterer Recherchen. Angaben für 1990 – 1995, Angenommener VOC Anteil von 50%. Unveröffentlicht.

LECHTENBÖHMER et al, 2005: Lechtenböhmer, S.; Harthan, R.; Dämmgen, U.; Strogies, M: Umsetzung des Inventarplanes und nationale unabhängige Überprüfung der Emissionsinventare für Treibhausgase. Teilvorhaben 01. Pilotstudie unabhängige bilaterale Inventarüberprüfung. Endbericht im Auftrag des Umweltbundesamts FKZ: 202 42 203. unveröffentlicht.

LENK et al., 2005: Auswirkungen des Tanktourismus auf das deutsche Steueraufkommen – eine finanzwissenschaftliche Bestandsaufnahme; Leipzig, 2005

LINDE GAS GMBH, 2005: Aufschäumen von Molkereiprodukten; URL: http://www.lindegas.at/international/web/lg/at/likelgatn.nsf/PrintView/63ED15ADE8FCF595C1256B7B004C6250 , Zugriff Mai 2005

LÜTTICH et al, 2007: Lüttich M, Dämmgen U, Haenel H-D, Eurich-Menden B, Döhler H, Osterburg B: Calculations of Emissions from German Agriculture – National Inventory Report (NIR) 2007 for the Year 2005. Part 2: Tables. Landbauforsch Völkenrode special issue 304A, 1-347

LWK-NI, 2007: Landwirtschaftskammer Niedersachsen: Empfehlungen zur Stickstoffdüngung nach der N_{min}-Methode. URL: http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/pflanze/nav/341/article/8200.html

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-Westermeier et al, 2008: Die Witterung in Deutschland.

MWV, 2006: Mineralölwirtschaftsverband, „Mineralölzahlen 2005“.

MWV, 2008: Mineralölwirtschaftsverband, „Mineralölzahlen 2007“. URL: http://www.mwv.de/cms/front_content.php?idart=43&idcat=26

OECD/IEA, 2008: CO_2-Emissions from fuel combustion 2008 Edition, OECD & IEA, Paris, ISBN 9789264042384

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: CO_2 Emisssionsfaktoren für die Erstellung der nationalen CO_2-Inventare. Teilbericht für den nationalen Inventarbericht 2004.

ÖKO-INSTITUT, 2007: Emissionsberichterstattung im Luftverkehr, vorläufiger Endbericht zum F+E-Vorhaben 201 42 258, Berlin, 30.11.2007.

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 Klimaanlagen. Jährliche Emissionsraten von bis zu sieben Jahre alten PKW-Klimaanlagen, Gutachten für das Umweltbundesamt Berlin, Frankfurt.

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

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 CO_2-Emissionen in Deutschland, Forschungsprojekt des UBA, FKZ 29744850, 2000

RAND, 2003: RAND Europe Berlin: Entwicklung eines Vorschlages für die Absenkung des derzeit gültigen internationalen Grenzwertes für Stickoxidemissionen von Flugzeugen unter Berücksichtigung der aktuellen und zukünftigen technischen Möglichkeiten, erstellt im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 201 45 108/ 01, Berlin, 2003

REIDY et al., 2008: Reidy, B.; Dämmgen, U.; Döhler, H.; Eurich-Menden, B.; Hutchings, N.J.; Luesink, H.H.; Menzi, H.; Misselbrook, T.H.; Monteny, G.-J.; Webb, J.: Comparison of models used for the calculation of national NH_3 emission inventories from agriculture: liquid manure systems. Atmospheric Environment, in print.

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

SACHS, L. 1984: Angewandte Statistik. Bd. 6. Aufl., Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.

SACHS, 1992: Angewandte Statistik: Anwendung statistischer Methoden. Springer, Berlin / Heidelberg

SAUVANT D, GIGER-REVERDIN S, 2007: Empirical modelling by meta-analysis of digestive interactions and CH4 productions in ruminants. In: Ortigues-Maty I (ed.) Energy and Protein Metabolism and Nutrition. Wageningen: Wageningen Academic Publishers. Pp 561-562

SCHMIDT, R., 2001: Enantiomeranalytik chiraler Inhalationsanästhetika und ihrer Zersetzungsprodukte mittels GC, Fakultät für Chemie und Pharmazie, Tübingen

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

SCHOLZ, Reinhard 2003: Gutachten: Kohlenstoffbedarf und resultierende Kohlendioxid-Emission beim Hochofenprozess, TU Clausthal.

SENSER et al, 1991: SENSER 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.

STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT e.V 2006: Statistik der Kohlenwirtschaft, „Herstellung von Braunkohlenbriketts, Braunkohlenkoks, Staub-, Trocken- und Wirbelschichtkohle nach Revieren“, www.kohlenstatistik.de.

STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT e.V 2007: Statistik der Kohlenwirtschaft, „Herstellung von Braunkohlenbriketts, Braunkohlenkoks, Staub-, Trocken- und Wirbelschichtkohle nach Revieren“, www.kohlenstatistik.de.

STEHFEST E, BOUWMAN L, 2006: N_2O 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 Emissonsdaten 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 (GMBl). Nr. 25 - 29 vom 30.7. 2002 S. 511ff.

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 Umweltbundesamted, Berlin.

UBA, 1986: Barghoorn, M., Gössele, P., Kaworski, W.: Bundesweite Hausmüllanalyse 1983-85, Forschungsbericht 10303508 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin.

UBA, 1989: Umweltbundesamt: UBA-Text 6/89: Ermittlung der Abgasemissionen aus dem Flugverkehr über der Bundesrepublik Deutschland, UBA-Bericht 6/89, FKZ 104 05 961

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 9/93Emissionen der Treibhausgase Distickstoffoxid und Methan in Deutschland. Auftragnehmer: Schön, M. et al. Fhg-ISI

UBA, 1994: Daten zur Umwelt 1992/1993, S. 563, Berlin, Schmidt, E.-Verlag

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, 2002a: Umweltbundesamt: UBA-Text 05/02: Döhler H., Eurich-Menden B., Dämmgen U., Osterburg B., Lüttich M., Bergschmidt A., Berg W., Brunsch R.: BMVEL/UBA-Ammoniak-Emissionsinventar der deutschen Landwirtschaft und Minderungsszenarien bis zum Jahr 2010. Forschungsbericht FKZ 299 42 256/02, Berlin 2002

UBA, 2003a: Projekthandbuch Decor, Umweltbundesamt, Förderkennzeichen IT 20, in Bearbeitung

UBA, 2004: IZT, KPMG, DFIU: Arbeitsergebnisse aus dem F+E-Vorhaben 202 42 266 „Bestimmung und Einführung von Methoden zur Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle für die deutschen Inventare der Treibhausgasemissionen entsprechend den Vorgaben der Klimarahmenkonvention (KRK) und der Anforderung der ECE-Luftreinhaltekonvention“ (unveröffentlicht)

UBA, 2004b: Dr. R. Joas; A. Potrykus; R. Schott; S. Wenzel: VOC-Minderungspotenzial beim Transport und Umschlag von Mineralölprodukten mittels Kesselwagen, FKZ 202 44 372, UBA-Texte 12/2004, Dessau.
URL: http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2637.pdf

UBA 2005b, FKZ 20442203/02: Endbericht zum Forschungsprojekt „Einsatz von Sekundärbrennstoffen“

UBA 2005c, FKZ 20541115: unveröffentlichter Zwischenbericht zum Forschungsprojekt „Bereitstellung der Energiedaten für stationäre Feuerungsanlagen zur Erfüllung der Berichtspflichten im Rahmen des Nationalen Treibhausgasinventars (NIR 2006) und des Berichtes zur Festlegung der zugewiesenen Mengen nach Kyoto-Protokoll“

UBA 2005d: Umweltbundesamt: Qualitätssystem Emissionsinventare. Handbuch zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei der Erstellung von Emissionsinventaren und der Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen sowie der EU-Entscheidung 280/2004/EG, Dessau. Stand 24.08.2005

UBA, 2006: Umweltbundesamt: UBA-Text 29/06,: Lechtenböhmer, Nanning, Buttermann, Hillebrand: Bilanzierung der Gewinnung und Verwendung von Kalkstein und Ausweisung der CO_2-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

UMEG 2004: Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit 2004: Emissionsfaktoren-Handbuch, Emissionserklärung 2004 Baden-Württemberg

UNFCCC, 2002: FCCC/SBSTA/2002/1: Guidelines for the Preparation of National Communications By Parties included in Annex 3 to the Convention, Part I: UNFCCC Reporting Guidelines on annual Inventories, Tables of the Common Reporting Format, unter URL: http://unfccc.int/resource/webdocs/sbsta/2002/01.pdf

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, 2006: Internetseiten: National Reports, GHG Inventories (Annex I), National Inventory Submissions, National Inventory Submissions 2005, URL: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/2761.php. Bonn. Aufruf vom 07.03.2006.

UNFCCC, 2008: United Nations Framework Convention on Climate Change: National Inventory Submissions 2008 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 2008: Presseerklärung des Verbandes vom 12.03.08 zum Absatz im Jahre 2007, http://www.derdichtebau.de/trend-zur-qualitaets-dachabdichtung.45781.htm, Frankfurt a.M. 2008,

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, 2008 (Verein Deutscher Zementwerke e.V.): Zement – Produktionsdaten der deutschen Zementindustrie; am 15.8.2008 per E-Mail an das UBA übermittelt.

VIK, o.J.: Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V : Statistik der Energiewirtschaft, Verlag Energieberatung , Essen, Fortlaufende Jahrgänge

VOLK, F., 1997: Recherches sur les Fumees Produits par la Detonation de divers Explosifs, Explosifs,

WEG, 2000: Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V.: ERDGAS - ERDÖL. Entstehung, Suche, Förderung. Hannover. URL: http://www.erdoel-erdgas.de/Publikationen-68a.html

WEG, 2006: WEG Wirtschaftsverband Erdöl und Erdgasgewinnung e.V.: Jahresbericht 2006, Zahlen und Fakten. Hannover. URL: http://www.erdoel-erdgas.de/Publikationen-68a.html

WEG, 2007: WEG Wirtschaftsverband Erdöl und Erdgasgewinnung e.V.: Jahresbericht 2007, Zahlen und Fakten. Hannover. URL: http://www.erdoel-erdgas.de/Publikationen-68a.html

WEILBACHER, 1987: Ausgasung von Zellgasen, interner Laborbericht vom 17.08.87 (überreicht von der BASF AG, Ludwigshafen).

WEISS, SCHIELER, SCHADAUER, RADUNSKY, ENGLISCH, 2000: Die Kohlenstoffbilanz des Österreichischen Waldes und Betrachtungen zum Kyoto-Protokoll. Umweltbundesamt GmbH, Wien.

WIESEN, et al, 1994: Wiesen, P., Kleffmann, J., Kurtenbach, R., Becker, K.H.: Nitrous Oxide and Methane Emissions from Aero Engines, Geophys. Res. Lett., 21 (1994) 2027-2030

WIESEN et al, 1996: Wiesen, P., Kleffmann, J., Kurtenbach, R., Becker, K.H.: Emission of nitrous oxide and methane from aero engines: monitoring by tunable diode laser spectroscopy, Infrared Phys. and Technol. 37 (1996) 75-81

WEG, 2005: Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V., 2005: Jahresbericht, Zahlen & Fakten 2004. Hannover.

ZIESING et al, 2003: Ziesing, Hans-Joachim (DIW), Felix Christian Matthes, (Öko-Institut), Franz Wittke (AGEB), Heike Leonhardt (UBA) „Harmonisierung der Energiedaten zur CO_2-Berechnung“, Endbericht zum EUROSTAT-Vorhaben des Umweltbundesamtes, 24.04.2003, aktualisiert um die „Energiebilanz 1999“ vom 20.09.2003

ZIESING 2008: Ziesing, Hans Joachim: CO2-Emissionen in Deutschland 2007: Milde Temperaturen und hohe Energiepreise lassen Emissionen sinken. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen Jg. 58, Heft 4, Mai 2008

12 ANHANG 1: HAUPTQUELLGRUPPEN DES DEUTSCHEN TREIBHAUSGASINVENTARS

Entsprechend der „*IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*“[77] (*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

77 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 Hauptquellenanalyse sind in dem jährlich zu erarbeitenden nationalen Inventarbericht zu beschreiben.

12.1 Beschreibung der Methode zur Festlegung der Hauptquellgruppen

Im Nachfolgenden werden die Ergebnisse der Hauptquellenanalyse nach den beiden Tier 1 Verfahren (Level und Trend) 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 CO_2-Äquivalentemissionen in insgesamt 116 Einzelaktivitäten aufgesplittet.

12.1.1 Tier 1 Level Approach

Im Ergebnis werden die Quellgruppen als Hauptquellgruppen (●) festgelegt, die im Basisjahr des Kyoto-Protokolls, bzw. 2007 von der Menge der freigesetzten Emissionen 95 % der nationalen Gesamtemission (als CO_2-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 2007 insgesamt 28 Hauptquellgruppen festzustellen (siehe Tabelle 131).

Tabelle 131: Hauptquellgruppen für Deutschland (2007) gemäß Tier 1 Level Approach (ohne Senken)

IPCC Source Categories	Activity	Emissions Of	2007 [Gg CO_2 Eqiv.][#]	Level Assesment	Key Source Decision
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	CO2	345672,7	33,89	●
1A3b. Transport Road Transportation	all fuels	CO2	144114,2	14,13	●
1A4b. Other Sectors Residential	all fuels	CO2	85949,8	8,43	●
1A2f. Manufacturing Industries and Construction Other	all fuels	CO2	80446,8	7,89	●
2C1. Metal Production Iron and Steel Production	Steel (integrated production)	CO2	46243,6	4,53	●
1A4a. Other Sectors Commercial/Institutional	all fuels	CO2	35850,3	3,51	●
5.B Cropland		CO2	32613,9	3,20	●
1A1b. Petroleum Refining	all fuels	CO2	22003,8	2,16	●
4D1. Agricultural Soils	Direct Soil Emissions	N2O	20087,5	1,97	●
1A1c. Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	all fuels	CO2	17851,6	1,75	●
2A1. Mineral Products Cement Production		CO2	14306,0	1,40	●
5.C Grassland		CO2	14102,6	1,38	●
5.E Settlements		CO2	11881,4	1,16	●
2E. Production of Halocarbons and SF6		PFC´s	10892,1	1,07	●
2B5 Chemical Industry	Other	CO2	10338,1	1,01	●
2B2 Chemical Industry	Nitric Acid Production	N2O	9555,2	0,94	●
6 A1 Managed Waste Disposal on Land		CH4	8211,0	0,80	●
4A.1. Enteric Fermentation	Dairy Cattle	CH4	7904,4	0,77	●
4A.1. Enteric Fermentation	Non-Dairy Cattle	CH4	7676,8	0,75	●
1.B.2.b. (all) Fugitive Emissions from Fuels, Natural Gas	Natural Gas	CH4	6581,2	0,65	●
1A2a. Manufacturing Industries and Construction Iron and Steel	all fuels	CO2	5863,1	0,57	●
1A4c. Other Sectors Agriculture/Forestry/Fisheries	all fuels	CO2	5727,8	0,56	●

IPCC Source Categories	Activity	Emissions Of	2007 [Gg CO_2 Eqiv.]#	Level Assesment	Key Source Decision
4D3. Agricultural Soils	Indirect Emissions	N2O	5676,3	0,56	●
2A2. Mineral Products Lime Production		CO2	5670,9	0,56	●
2B3 Chemical Industry	Adipic Acid Production	N2O	5623,5	0,55	●
2B1. Chemical Industry	Ammonia production	CO2	5200,5	0,51	●
1B1a. Fugitive Emissions from Fuels Coal Mining and Handling	Solid Fuels	CH4	3982,3	0,39	●
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	N2O	3742,9	0,37	
1A3e. Transport Other Transportation	all fuels	CO2	3632,3	0,36	
2F. Industrial Processes	Consumption of Halocarbons and SF6	PFC´s	2894,8	0,28	
5.D Wetlands		CO2	2823,1	0,28	
4B8. Manure Management	Swine	CH4	2593,5	0,25	
2C4. SF6 Used in Aluminium and Magnesium Foundries		SF6	2355,4	0,23	
6B Wastewater Handling	Domestic and Commercial Wastewater	N2O	2339,0	0,23	
1A3a. Transport Civil Aviation	Aviation Gasoline	CO2	2329,6	0,23	
3 Total Solvent and Other Product Use		CO2	2142,4	0,21	
1A2b. Manufacturing Industries and Construction Non-Ferrous Metals	all fuels	CO2	2114,9	0,21	
4B1. Manure Management	Dairy Cattle	CH4	1677,3	0,16	
4D2. Agricultural Soils	Animal Production	N2O	1475,5	0,14	
4A.2. Enteric Fermentation	other animals	CH4	1413,3	0,14	
1A5 Other Include Military fuel use under this category	all fuels	CO2	1285,1	0,13	
1A3c. Transport Railways	all fuels	CO2	1278,0	0,13	
3D.Total Solvent and Other Product Use		N2O	1174,0	0,12	
1A3b. Transport Road Transportation	all fuels	N2O	1077,4	0,11	
4B1. Manure Management	Non-Dairy Cattle	CH4	1026,9	0,10	
4B13. Manure Management Other	Other Cattle	N2O	912,5	0,09	
4B13. Manure Management Other	Dairy Cows	N2O	881,5	0,09	
2A7. Glass Production		CO2	759,3	0,07	
2C3. Aluminium Production		CO2	757,2	0,07	
1A2f. Manufacturing Industries and Construction Other	all fuels	N2O	726,0	0,07	
5.G Other (please specify)		CO2	718,2	0,07	
5, Land-Use Change and Forestry		N2O	662,2	0,06	
1A2e. Manufacturing Industries and Construction Food Processing	all fuels	CO2	653,6	0,06	
6 A3 Other - Composting		CH4	542,1	0,05	
1A3d. Transport Navigation	Diesel Oil	CO2	531,1	0,05	
1A4b. Other Sectors Residential	all fuels	CH4	522,3	0,05	
5.F Other Land		CO2	485,7	0,05	
4B13. Manure Management Other	Swine	N2O	456,4	0,04	
2A7. Bricks and Tiles Production	limesto-input	CO2	391,6	0,04	
2F. Industrial Processes	Consumption of Halocarbons and SF6	HFC´s	334,8	0,03	
1A4b. Other Sectors Residential	all fuels	N2O	321,6	0,03	
6 A3 Other - Composting		N2O	318,8	0,03	
2F. Industrial Processes	Consumption of Halocarbons and SF6	SF6	316,4	0,03	
1A1c. Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	all fuels	N2O	240,8	0,02	
2E. Production of Halocarbons and SF6	production of HCFC-22	HFC´s	198,7	0,02	
2C3. Aluminium Production		PFC´s	193,3	0,02	
1.B.2.a. (all) Fugitive Emissions from Fuels, Oil	Oil	CH4	186,4	0,02	

IPCC Source Categories	Activity	Emissions Of	2007 [Gg CO_2 Eqiv.]#	Level Assesment	Key Source Decision
4B2. Manure Management	other animals	CH4	179,8	0,02	
1A3b. Transport Road Transportation	all fuels	CH4	146,0	0,01	
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	CH4	119,7	0,01	
6B Wastewater Handling	Domestic and Commercial Wastewater	CH4	107,8	0,01	
4B13. Manure Management Other	other animals	N2O	106,5	0,01	
1A2a. Manufacturing Industries and Construction Iron and Steel	all fuels	N2O	102,2	0,01	
1A4a. Other Sectors Commercial/Institutional	all fuels	N2O	98,5	0,01	
1B1c. Fugitive Emissions from Fuels Other (Abandoned Mines)	Solid Fuels	CH4	73,8	0,01	
1A1b. Petroleum Refining	all fuels	N2O	69,0	0,01	
1A4a. Other Sectors Commercial/Institutional	all fuels	CH4	62,9	0,01	
2B5 Chemical Industry	other	N2O	62,0	0,01	
1A2a. Manufacturing Industries and Construction Iron and Steel	all fuels	CH4	57,8	0,01	
1A2f. Manufacturing Industries and Construction Other	all fuels	CH4	55,4	0,01	
4B13. Manure Management Other	Poultry	N2O	44,7	0,00	
1A3a. Transport Civil Aviation	Aviation Gasoline	N2O	34,4	0,00	
1A4c. Other Sectors Agriculture/Forestry/Fisheries	all fuels	N2O	32,9	0,00	
1A4c. Other Sectors Agriculture/Forestry/Fisheries	all fuels	CH4	25,8	0,00	
1A3e. Transport Other Transportation	all fuels	N2O	19,2	0,00	
2B4 Chemical Industry	Carbide Production	CO2	17,5	0,00	
1A2d. Manufacturing Industries and Construction Pulp, Paper and Print	all fuels	CO2	17,5	0,00	
1A2b. Manufacturing Industries and Construction Non-Ferrous Metals	all fuels	N2O	13,4	0,00	
1A2d. Manufacturing Industries and Construction Pulp, Paper and Print	all fuels	N2O	9,7	0,00	
1B1b. Fugitive Emissions from Fuels Solid Fuel Transformation	Solid Fuels	CH4	8,7	0,00	
1A5 Other Include Military fuel use under this category	all fuels	N2O	8,6	0,00	
1A1b. Petroleum Refining	all fuels	CH4	8,3	0,00	
1A1c. Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	all fuels	CH4	7,5	0,00	
2C5. Other		HFC 134a	7,1	0,00	
1A2e. Manufacturing Industries and Construction Food Processing	all fuels	N2O	6,4	0,00	
1A3c. Transport Railways	all fuels	N2O	5,4	0,00	
1A3e. Transport Other Transportation	all fuels	CH4	4,2	0,00	
1A5 Other Include Military fuel use under this category	all fuels	CH4	4,1	0,00	
2C2. Ferroalloys Production	Ferroalloys	CO2	2,8	0,00	
1A3d. Transport Navigation	Diesel Oil	N2O	2,2	0,00	
2C1. Metal Production Iron and Steel Production	other	CH4	2,0	0,00	
1A2d. Manufacturing Industries and Construction Pulp, Paper and Print	all fuels	CH4	1,8	0,00	
1A2b. Manufacturing Industries and Construction Non-Ferrous Metals	all fuels	CH4	1,7	0,00	
1A3a. Transport Civil Aviation	Aviation Gasoline	CH4	0,6	0,00	
1A3c. Transport Railways	all fuels	CH4	0,6	0,00	
1A2e. Manufacturing Industries and Construction Food Processing	all fuels	CH4	0,5	0,00	
2B5 Chemical Industry	other	CH4	0,4	0,00	
1A3d. Transport Navigation	Diesel Oil	CH4	0,4	0,00	
1.B.2.a. (all) Fugitive Emissions from Fuels, Oil	Oil	CO2	0,0	0,00	
1.B.2.d. Other	Stadtgas	CH4	0,0	0,00	
1B2c. Fugitive Emissions from Fuels Venting and Flaring	Venting and Flaring	CH4	0,0	0,00	
2A4. Soda Ash		CO2	0,0	0,00	
4G. Other	Other	N2O	0,0	0,00	
2E. Production of Halocarbons and SF6	Fugitive emissions	SF6	0,0	0,00	

without sinks

12.1.2 Tier 1 Trend Approach

Im Ergebnis werden die Quellgruppen als Hauptquellgruppen (●) festgelegt, die hinsichtlich der zeitlichen Entwicklung ihres Emissionsbeitrages seit dem Basisjahr zur Änderung der Gesamttreibhausgasemissionen 2007 besonders beigetragen haben. Es spielt hierbei keine Rolle, ob durch diese Änderung eine Minderung oder Steigerung der Emissionen der Gesamtemissionen erfolgt ist. Die Berechnung erfolgte unter Anwendung der Formel 7.2 der Good Practice Guidance.

Bei der in dieser Analyse verwendeten Quellgruppenzusammenfassung sind nach diesem Verfahren insgesamt 33 Hauptquellen festzustellen (siehe Tabelle 132).

Tabelle 132: Hauptquellgruppen für Deutschland (Basisjahr & 2007) gemäß Tier 1 Trend Approach (ohne Senken)

IPCC Source Categories	Activity	Emissions Of	Base Year [Gg CO_2 Equi.]#	2007 [Gg CO_2 Equi.]#	Percent Absolute	Key Source Decission
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	CO2	335781,5	345.672,725	21,81891	●
1A2f. Manufacturing Industries and Construction Other	all fuels	CO2	138312,0	80.446,786	9,02139	●
1A1c. Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	all fuels	CO2	59066,1	17.851,621	8,65085	●
1A3b. Transport Road Transportation	all fuels	CO2	150358,3	144.114,206	6,66697	●
6 A1 Managed Waste Disposal on Land		CH4	35910,0	8.211,000	6,02759	●
1A4b. Other Sectors Residential	all fuels	CO2	129474,0	85.949,841	5,35034	●
1A4a. Other Sectors Commercial/Institutional	all fuels	CO2	63949,6	35.850,273	4,56215	●
1B1a. Fugitive Emissions from Fuels Coal Mining and Handling	Solid Fuels	CH4	18415,2	3.982,346	3,15744	●
5.E Settlements		CO2	1965,6	11.881,374	2,99389	●
5.B Cropland		CO2	28174,0	32.613,882	2,88032	●
2B3 Chemical Industry	Adipic Acid Production	N2O	18804,6	5.623,503	2,77153	●
2E. Production of Halocarbons and SF6		PFC´s	2244,6	10.892,073	2,64088	●
1A5 Other Include Military fuel use under this category	all fuels	CO2	11797,8	1.285,090	2,39098	●
2C1. Metal Production Iron and Steel Production	Steel (integrated production)	CO2	48326,0	46.243,621	2,12085	●
1A1b. Petroleum Refining	all fuels	CO2	20005,9	22.003,788	1,70952	●
2B2 Chemical Industry	Nitric Acid Production	N2O	4673,4	9.555,167	1,68302	●
2B5 Chemical Industry	Other	CO2	6869,8	10.338,090	1,39596	●
1A2a. Manufacturing Industries and Construction Iron and Steel	all fuels	CO2	12577,9	5.863,055	1,24275	●
5.C Grassland		CO2	13057,0	14.102,583	1,04060	●
2E. Production of Halocarbons and SF6	production of HCFC-22	HFC´s	4218,5	198,660	0,93078	●
1A4c. Other Sectors Agriculture/Forestry/Fisheries	all fuels	CO2	10917,1	5.727,802	0,89290	●
2F. Industrial Processes	Consumption of Halocarbons and SF6	PFC´s	6413,8	2.894,754	0,66134	●
2C4. SF6 Used in Aluminium and Magnesium Foundries		SF6	197,1	2.355,393	0,63864	●
2A1. Mineral Products Cement Production		CO2	15145,8	14.306,014	0,61028	●

IPCC Source Categories	Activity	Emissions Of	Base Year [Gg CO_2 Equi.]#	2007 [Gg CO_2 Equi.]#	Percent Absolute	Key Source Decission
6B Wastewater Handling	Domestic and Commercial Wastewater	CH4	2226,2	107,755	0,49035	•
4D1. Agricultural Soils	Direct Soil Emissions	N2O	22889,3	20.087,493	0,47668	•
2B1. Chemical Industry	Ammonia production	CO2	4596,4	5.200,451	0,43494	•
1B1c. Fugitive Emissions from Fuels Other (Abandoned Mines)	Solid Fuels	CH4	1806,8	73,779	0,40195	•
1A3d. Transport Navigation	Diesel Oil	CO2	2049,8	531,098	0,32592	•
1.B.2.b. (all) Fugitive Emissions from Fuels, Natural Gas	Natural Gas	CH4	6781,5	6.581,173	0,32433	•
2C3. Aluminium Production		PFC´s	1551,7	193,273	0,30742	•
1A3c. Transport Railways	all fuels	CO2	2879,3	1.277,980	0,30314	•
5.D Wetlands		CO2	2230,2	2.823,090	0,29821	•
4A.1. Enteric Fermentation	Non-Dairy Cattle	CH4	10755,3	7.676,804	0,28831	
1A2e. Manufacturing Industries and Construction Food Processing	all fuels	CO2	1989,2	653,559	0,27612	
1A4a. Other Sectors Commercial/Institutional	all fuels	CH4	1216,1	62,871	0,26669	
1A3b. Transport Road Transportation	all fuels	CH4	1271,1	145,965	0,25542	
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	N2O	3610,0	3.742,873	0,24228	
1A2b. Manufacturing Industries and Construction Non-Ferrous Metals	all fuels	CO2	1599,7	2.114,916	0,24005	
2A2. Mineral Products Lime Production		CO2	6135,0	5.670,919	0,21117	
5, Land-Use Change and Forestry		N2O	56,5	662,185	0,17929	
1A3b. Transport Road Transportation	all fuels	N2O	608,4	1.077,415	0,17070	
6B Wastewater Handling	Domestic and Commercial Wastewater	N2O	2223,5	2.339,032	0,15902	
3 Total Solvent and Other Product Use		CO2	3307,5	2.142,401	0,15216	
3D.Total Solvent and Other Product Use		N2O	2088,5	1.174,007	0,14808	
6 A3 Other - Composting		CH4	49,8	542,119	0,14596	
5.F Other Land		CO2	23,2	485,687	0,13578	
1A4b. Other Sectors Residential	all fuels	CH4	1200,4	522,335	0,12943	
4B8. Manure Management	Swine	CH4	2727,0	2.593,472	0,11503	
1.B.2.a. (all) Fugitive Emissions from Fuels, Oil	Oil	CH4	700,4	186,388	0,10994	
2C2. Ferroalloys Production	Ferroalloys	CO2	429,0	2,750	0,09973	
2B4 Chemical Industry	Carbide Production	CO2	443,2	17,526	0,09875	
1A4b. Other Sectors Residential	all fuels	N2O	801,9	321,613	0,09440	
1A1c. Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	all fuels	N2O	684,2	240,785	0,09032	
6 A3 Other - Composting		N2O	14,0	318,775	0,08941	
4D3. Agricultural Soils	Indirect Emissions	N2O	6693,4	5.676,336	0,08190	
1A2f. Manufacturing Industries and Construction Other	all fuels	N2O	1242,7	726,046	0,08011	
4A.2. Enteric Fermentation	other animals	CH4	1444,1	1.413,339	0,07252	
4B1. Manure Management	Non-Dairy Cattle	CH4	1530,9	1.026,860	0,06018	
5.G Other (please specify)		CO2	643,1	718,192	0,05811	
2A7. Glass Production		CO2	695,6	759,347	0,05777	
4B1. Manure Management	Dairy Cattle	CH4	1841,7	1.677,297	0,05610	

IPCC Source Categories	Activity	Emissions Of	Base Year [Gg CO_2 Equi.]#	2007 [Gg CO_2 Equi.]#	Percent Absolute	Key Source Decission
1A5 Other Include Military fuel use under this category	all fuels	CH4	236,8	4,131	0,05429	
2F. Industrial Processes	Consumption of Halocarbons and SF6	HFC´s	197,9	334,754	0,05095	
2F. Industrial Processes	Consumption of Halocarbons and SF6	SF6	609,5	316,388	0,05083	
2B5 Chemical Industry	other	N2O	292,7	62,000	0,05056	
1A3e. Transport Other Transportation	all fuels	CO2	4302,3	3.632,291	0,04792	
4A.1. Enteric Fermentation	Dairy Cattle	CH4	9603,9	7.904,367	0,04767	
4B13. Manure Management Other	Other Cattle	N2O	1284,4	912,511	0,03566	
1A4c. Other Sectors Agriculture/Forestry/Fisheries	all fuels	CH4	176,9	25,809	0,03395	
1A3a. Transport Civil Aviation	Aviation Gasoline	CO2	3024,9	2.329,623	0,03151	
4B13. Manure Management Other	Swine	N2O	435,3	456,400	0,03068	
1A2f. Manufacturing Industries and Construction Other	all fuels	CH4	180,9	55,435	0,02628	
4B2. Manure Management	other animals	CH4	128,7	179,787	0,02211	
2C3. Aluminium Production		CO2	1011,9	757,228	0,01696	
4B13. Manure Management Other	other animals	N2O	72,0	106,516	0,01409	
1A5 Other Include Military fuel use under this category	all fuels	N2O	64,4	8,570	0,01260	
4B13. Manure Management Other	Dairy Cows	N2O	1040,3	881,537	0,01253	
2A7. Bricks and Tiles Production	limesto-input	CO2	531,1	391,604	0,01060	
1A1b. Petroleum Refining	all fuels	N2O	121,9	68,951	0,00851	
1A2a. Manufacturing Industries and Construction Iron and Steel	all fuels	N2O	158,3	102,195	0,00737	
1A4a. Other Sectors Commercial/Institutional	all fuels	N2O	144,2	98,465	0,00517	
1A3a. Transport Civil Aviation	Aviation Gasoline	N2O	20,8	34,437	0,00514	
1A2d. Manufacturing Industries and Construction Pulp, Paper and Print	all fuels	CO2	3,6	17,520	0,00424	
1A1c. Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	all fuels	CH4	27,1	7,482	0,00418	
1A2e. Manufacturing Industries and Construction Food Processing	all fuels	N2O	25,6	6,371	0,00416	
1A2a. Manufacturing Industries and Construction Iron and Steel	all fuels	CH4	54,6	57,826	0,00401	
4B13. Manure Management Other	Poultry	N2O	38,4	44,661	0,00399	
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	CH4	138,2	119,715	0,00242	
4D2. Agricultural Soils	Animal Production	N2O	1821,1	1.475,463	0,00224	
1A2d. Manufacturing Industries and Construction Pulp, Paper and Print	all fuels	N2O	2,9	9,725	0,00214	
1B1b. Fugitive Emissions from Fuels Solid Fuel Transformation	Solid Fuels	CH4	18,1	8,686	0,00171	
1A3c. Transport Railways	all fuels	N2O	12,6	5,354	0,00140	
1A3d. Transport Navigation	Diesel Oil	N2O	8,6	2,225	0,00137	
1A3e. Transport Other Transportation	all fuels	CH4	9,8	4,215	0,00107	

IPCC Source Categories	Activity	Emissions Of	Base Year [Gg CO_2 Equi.]#	2007 [Gg CO_2 Equi.]#	Percent Absolute	Key Source Decission
1A2e. Manufacturing Industries and Construction Food Processing	all fuels	CH4	3,8	0,453	0,00075	
1A1b. Petroleum Refining	all fuels	CH4	13,3	8,347	0,00069	
1A3e. Transport Other Transportation	all fuels	N2O	26,5	19,159	0,00064	
1A2d. Manufacturing Industries and Construction Pulp, Paper and Print	all fuels	CH4	0,5	1,830	0,00040	
1A3c. Transport Railways	all fuels	CH4	2,3	0,580	0,00037	
2C1. Metal Production Iron and Steel Production	other	CH4	3,9	2,034	0,00033	
1A2b. Manufacturing Industries and Construction Non-Ferrous Metals	all fuels	N2O	17,8	13,365	0,00029	
1A3d. Transport Navigation	Diesel Oil	CH4	1,7	0,362	0,00029	
1A2b. Manufacturing Industries and Construction Non-Ferrous Metals	all fuels	CH4	1,2	1,700	0,00022	
1A4c. Other Sectors Agriculture/Forestry/Fisheries	all fuels	N2O	40,5	32,938	0,00008	
2B5 Chemical Industry	other	CH4	0,3	0,419	0,00006	
1A3a. Transport Civil Aviation	Aviation Gasoline	CH4	0,9	0,622	0,00002	
1.B.2.a. (all) Fugitive Emissions from Fuels, Oil	Oil	CO2	0,0	0,004	0,00000	

without sinks

12.1.3 Tier 2 Approach

Die Hauptquellgruppenanalyse nach dem Tier-2-Ansatz beruht auf den Ergebnissen einer Unsicherheitenbestimmung nach Tier 2. Im Jahr 2007 wurde für das Deutsche Treibhausgasinventar erstmalig die Unsicherheiten gemäß dem Tier-2-Ansatz mittels Monte-Carlo-Simulation ermittelt und beschrieben (Vergleiche hierzu NIR 2007, Kapitel 1.7 und im Anhang, Kapitel 18). Die Ergebnisse bestätigten in weiten Teilen die Ergebnisse der Tier-1-Analysen. Hinzu kommen jedoch die mit sehr hohen Unsicherheiten bewerteten N_2O Emissionen aus den Böden. Da mit methodischen Verbesserungen die Berechnung der Emissionen die Unsicherheiten nur sukzessive verringert werden können, werden die erforderlichen detaillierten Unsicherheiten für das deutsche Treibhausgasinventar nur alle drei Jahre ermittelt. Die darauf aufbauende Tier-2-Analyse zur Festlegung der Hauptquellgruppen erfolgt mit der Berichterstattung 2010.

13 ANHANG 2: DETAILLIERTE ERLÄUTERUNG DER METHODEN UND DATEN ZUR BERECHNUNG VON CO_2 EMISSIONEN AUS DER VERBRENNUNG VON BRENNSTOFFEN

13.1 Die Deutsche Energiebilanz

In der Bundesrepublik Deutschland werden von zahlreichen Stellen energiestatistische Daten veröffentlicht, die zum Teil eine unterschiedliche Darstellung, Abgrenzung und Aggregation aufweisen. Vor diesem Hintergrund haben Anfang der siebziger Jahre Verbände der deutschen Energiewirtschaft gemeinsam mit wirtschaftswissenschaftlichen Forschungsinstituten die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) mit dem Ziel gegründet, Statistiken aus allen Gebieten der Energiewirtschaft nach einheitlichen Kriterien auszuwerten, die Daten zu einem geschlossenen Bild zusammenzufassen und dieses Zahlenwerk als Energiebilanzen der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Die Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland nehmen nach ihrer Struktur und Aussagekraft eine zentrale Stellung im Energiedatensystem ein. Sie sind daher auch Grundlage 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). Der Mineralölwirtschaftsverband e.V. liefert die Mineralöldaten zu und die anderen in der AGEB vertretenen Verbände prüfen insbesondere die auf ihren Energieträger bezogenen Daten. Insgesamt liefern die Energiebilanzen unter Berücksichtigung der überhaupt verfügbaren Datenlage ein verlässliches Bild der Energiemengenstrukturen nach Aufkommen und Verwendung in der deutschen Volkswirtschaft.

Die wichtigsten Quellen sind in der Tabelle 133 aufgelistet. Hinzu kommen in einer Reihe von Fällen, z.B. zur Darstellung des nichtenergetischen Verbrauchs seitens der chemischen Industrie, persönliche Expertenmitteilungen.

Tabelle 133: 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)

13.2 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 33). In der ***Aufkommensbilanz*** werden:

- die Gewinnung im Inland

- die Einfuhr
- die Bestandsentnahmen
- die Ausfuhr
- die Hochseebunkerung
- die Bestandsaufstockungen

von Energieträgern dargestellt und zum ***Primärenergieverbrauch*** zusammen gefasst. Die Primärenergiebilanz ist Grundlage für die Berechnungen des IPCC-Referenzverfahrens (PROGNOS, 2000). Maßgebend für die Emissionsinventarerstellung ist die ***Verwendungsbilanz***. Auch über die Verwendungsbilanz lässt sich der Primärenergieverbrauch ermitteln. Sie umfasst:

- die Umwandlungsbilanz
- die Fackel- und Leitungsverluste
- den Nichtenergetischen Verbrauch und
- den Endenergieverbrauch.

Unterschiede zwischen Aufkommens- und Verwendungsbilanz werden durch die Position „Statistische Differenzen“ ausgeglichen.

Die ***Umwandlungsbilanz*** als Bestandteil der Verwendungsbilanz gibt an, welche Energieträger in andere Energieträger umgewandelt werden. Der Umwandlungsausstoß zeigt das Ergebnis dieser Umwandlung. Die Umwandlung von Energie kann stofflicher Natur sein, z. B. die Umwandlung von Rohöl (Umwandlungseinsatz) in Mineralölprodukte (Umwandlungsausstoß) oder physikalischer Natur, z. B. durch die Verbrennung von Steinkohlen (Umwandlungseinsatz) in Kraftwerken zur Erzeugung elektrischer Energie (Umwandlungsausstoß). Der Energieverbrauch im Umwandlungsbereich weist aus, wie viel Energie zum Betrieb der Umwandlungsanlagen benötigt wurde (Eigenverbrauch des Umwandlungsbereichs). Die Umwandlungsbilanz wird nach 12 Anlagenarten differenziert.

		Die Energiebilanz bis 1994	Zeile
Primärenergiebilanz		Gewinnung im Inland	1
		Einfuhr	2
		Bestandsentnahmen	3
		Energieaufkommen im Inland	4
		Ausfuhr	5
		Hochseebunkerungen	6
		Bestandsaufstockungen	7
		Primärenergieverbrauch im Inland	8
Umwandlungsbilanz	Umwandlungseinsatz	Kokereien	9
		Ortsgaswerke	10
		Steinkohlenbrikettfabriken	11
		Braunkohlenbrikettfabriken	12
		öffentliche Wärmekraftwerke	13
		Zechen- und Grubenkraftwerke	14
		Sonstige Industriewärmekraftwerke	15
		Kernkraftwerke	16
		Wasserkraftwerke	17
		Heizkraftwerke, Fernheizwerke	18
		Hochöfen	19
		Raffinerien	20
		Sonstige Energieerzeuger	21
		Umwandlungseinsatz insgesamt	22
	Umwandlungsausstoß	Kokereien	23
		Ortsgaswerke	24
		Steinkohlenbrikettfabriken	25
		Braunkohlenbrikettfabriken	26
		öffentliche Wärmekraftwerke	27
		Zechen- und Grubenkraftwerke	28
		Sonstige Industriewärmekraftwerke	29
		Kernkraftwerke	30
		Wasserkraftwerke	31
		Heizkraftwerke, Fernheizwerke	32
		Hochöfen	33
		Raffinerien	34
		Sonstige Energieerzeuger	35
		Umwandlungsausstoß insgesamt	36
	Verbrauch in der Energiegewinnung und in den Umwandlungsbereichen	Steinkohlenzechen-, brikettfabriken	37
		Kokereien	38
		Ortsgaswerke	39
		Braunkohlengruben, -brikettfabriken	40
		Kraftwerke	41
		Erdöl- und Erdgasgewinnung	42
		Raffinerien	43
		Sonstige Energieerzeuger	44
		E.-Verbrauch im Umwandl.-Bereich insgesamt	45
		Fackel- u. Leitungsverluste, Bewertungsdiff.	46
		Energieangebot im Inland n.Umwandlungsbilanz	47
		Nichtenergetischer Verbrauch	48
		Statistische Differenzen	49
Endenergieverbrauch	nach Sektoren	Endenergieverbrauch	50
		Übriger Bergbau	51
		Steine und Erden	52
		Eisenschaffende Industrie	53
		Eisen-, Stahl- und Tempergießereien	54
		Ziehereien und Kaltwalzwerke	55
		NE-Metallerzeug.,-halbzeugwerke,-gießereien	56
		Chemische Industrie	57
		Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	58
		Gummiverarbeitung	59
		Übriges Grundstoff- u.Produktionsgütergew.	60
		Grundstoff- und Produktionsgütergewerbe	51-60
		Maschinenbau	61
		Straßen-, Luft- und Raumfahrzeugbau	62
		Elektrotechnik, Feinmechanik, Optik	63
		Eisen-, Blech- und Metallwaren	64
		Übriges Investitionsgüter produz. Gewerbe	65
		Investitionsgüter produzierendes Gewerbe	61-65
		Glas und Feinkeramik	66
		Herstellung von Kunststoffwaren	67
		Textilgewerbe	68
		Übriges Verbrauchsgüter produz. Gewerbe	69
		Verbrauchsgüter produzierendes Gewerbe	66-69
		Zuckerindustrie	70
		Übriges Nahrungsmittelgewerbe	71
		Genußmittelgewerbe	72
		Nahrungs- und Genußmittelgewerbe	70-72
		Übriger Bergbau u. Verarbeit. Gewerbe insg.	73
		Schienenverkehr	74
		Straßenverkehr	75
		Luftverkehr	76
		Küsten- und Binnenschiffahrt	77
		Verkehr insgesamt	78
		Haushalte und Kleinverbraucher insgesamt	79
		Militärische Dienststellen	80

		Energiebilanz der Bundesrepublik ab 1995	Zeile
Primärengeegiebilanz		Gewinnung im Inland	1
		Einfuhr	2
		Bestandsentnahmen	3
		Energieaufkommen im Inland	4
		Ausfuhr	5
		Hochseebunkerungen	6
		Bestandsaufstockungen	7
		Primärenergieverbrauch im Inland	8
Umwandlungsbilanz	Umwandlungseinsatz	Kokereien	9
		Stein- und Braunkohlenbrikettfabriken	10
		Öffentliche Wärmekraftwerke (ohne HKW)	11
		Industriewärmekraftwerke	12
		Kernkraftwerke	13
		Wasserkraftwerke, Wind- und Photovoltaikanlagen	14
		Öffentliche Heizkraftwerke	15
		Fernheizwerke	16
		Hochöfen	17
		Raffinerien	18
		Sonstige Energieerzeuger	19
		Umwandlungseinsatz insgesamt	20
	Umwandlungsausstoß	Kokereien	21
		Stein- und Braunkohlenbrikettfabriken	22
		Öffentliche Wärmekraftwerke (ohne HKW)	23
		Industriewärmekraftwerke	24
		Kernkraftwerke	25
		Wasserkraftwerke, Wind- und Photovoltaikanlagen	26
		Öffentliche Heizkraftwerke	27
		Fernheizwerke	28
		Hochöfen	29
		Raffinerien	30
		Sonstige Energieerzeuger	31
		Umwandlungsausstoß insgesamt	32
	Verbrauch in der Energiegewinnung und in den Umwandlungsbereichen	Kokereien	33
		Steinkohlenzechen, -brikettfabriken	34
		Braunkohlengruben, -brikettfabriken	35
		Kraftwerke	36
		Erdöl- und Erdgasgewinnung	37
		Raffinerien	38
		Sonstige Energieerzeuger	39
		E.-Verbrauch im Umwandl.-Bereich insgesamt	40
		Fackel- u. Leitungsverluste	41
		Energieangebot im inland. + Umwandlungsbereich	42
		nichtenergetischer Verbrauch	43
		Statistische Differenzen	44
Endenergieverbrauch	nach Sektoren	Endenergieverbrauch	45
		Gewinnung von Steinen und Erden, sonst. Bergbau	46
		Ernährung und Tabak	47
		Papiergewerbe	48
		Grundstoffchemie	49
		Sonstige chemische Industrie	50
		Gummi- u. Kunststoffwaren	51
		Glas u. Keramik	52
		Verarbeitung v. Steine u. Erden	53
		Metallerzeugung	54
		NE-Metalle, -gießereien	55
		Metallbearbeitung	56
		Maschinenbau	57
		Fahrzeugbau	58
		Sonstige Wirtschaftszweige	59
		Bergbau, Gew. Steine u. Erden, Verarbeit. Gewerbe insg.	60
		Schienenverkehr	61
		Straßenverkehr	62
		Luftverkehr	63
		Küsten- und Binnenschiffahrt	64
		Verkehr insgesamt	65
		Haushalte	66
		Gewerbe, Handel, Dienstleistungen u.übrige Verbraucher	67
		Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	68

Quelle: AGEB, 2003

Abbildung 33: 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 33 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	Steinkohlen	SK-Kohle
	SK-Koks		SK-Briketts
	SK-Briketts		SK-Koks
	SK-Rohteer		Andere SK-Produkte
	SK-Pech	Braunkohlen	BK-Kohle
	SK-Andere		BK-Briketts
	Rohbenzol		Andere BK-Produkte
Braunkohlen	BK-Kohle		Hartbraunkohle
	BK-Briketts	Mineralöle	Erdöl
	BK-Koks		Ottokraftstoff
	BK-Staubk.		Rohbenzin
	BK-Hartk.		Flugturbinenkraftstoff
Sonstige feste Brennstoffe	Brennholz		Dieselkraftstoff
	Brenntorf		Heizöl leicht
	Klär.-Müll		Heizöl schwer
Mineralöle	Erdöl		Petrolkoks
	Mot.benzin		Flüssiggas
	Rohbenzin		Raffineriegas
	Flugbenz.		Andere Mineralölprodukte
	Schw. Flkr.	Gase	Kokerei- u. Stadtgas
	Diesel		Gichtgas u. Konvertergas
	Heizöl, l.		Erdgas, Erdölgas
	Heizöl, s.		Grubengas
	Petrolkoks	Erneuerbare Energien	Wasserkraft
	MIN-And.		Wind- u. Photovolatikanlagen
Gase	Flüssiggas		Müll und sonstige Biomassen
	Raffgas		Sonst. Erneuerb. Energien
	Kokereigas	Elektr. Strom und andere Energie-träger	Strom
	Gichtgas		Kernenergie
	Erdgas		Fernwärme
	Erdölgas	Energie-träger insgesamt	Primär-ET-
	Grubengas		Sekundär-ET
	Klärgas		Summe
Elektr. Strom und andere Energieträger	Strom		
	Wasserkr.		
	Kernenergie		
	Fernwärme		
	Sonstige ET		
Energie-träger insgesamt	Primär-ET		
	Sekundär-ET		
	Summe		

Quelle: ZIESING et al, 2003

Abbildung 34: Energieträger der Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland

Der Energiefluss in den Energiebilanzen ist dargestellt für 30 Energieträger. Diese Energieträger können den Hauptgruppen:

- 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

zugeordnet werden. Die Unterteilung der Hauptgruppen (bis 1994 und ab 1995) ist in Abbildung 34 dargestellt. Über die Satellitenbilanz „Erneuerbare Energien“ können die Erneuerbaren Energien ab 1996 weiter aufgeschlüsselt werden (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 zunächst mit ihren spezifischen Einheiten angegeben. Die dabei verwendeten so genannten *natürlichen Einheiten* sind 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. 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.

13.3 Erstellung vorläufiger Energiebilanzen durch das UBA

Gegenwärtig sind die Energiebilanzen bis 2006 veröffentlicht. Diese konnten zum großen Teil in die Berichterstattung 2009 mit einfließen. Um den Bedürfnissen der Emissionsberichterstattung nach Aktualität Rechnung zu tragen, hat das Umweltbundesamt auf der Grundlage von detaillierten Auswertungstabellen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen vorläufige Energiebilanzen erarbeitet. Die ***Auswertungstabellen zur Energiebilanz*** gibt die AG Energiebilanz jährlich im Sommer mit Angaben zum Vorjahr heraus Die Angaben in den Auswertungstabellen sind vorläufig, solange sie für zurückliegende Jahre nicht anhand der endgültigen Energiebilanzen aktualisiert worden sind. Die Abweichungen im Vergleich zu den endgültigen Energiebilanzen können z.T. erheblich sein. Auch in den veröffentlichten Energiebilanzen werden partiell Änderungen vorgenommen, die in der Berichterstattung aber nur zu geringen Rückrechnungen führen.

Die *Auswertungstabellen zur Energiebilanz* enthalten die folgenden Angaben:

- Struktur des Energieverbrauchs nach Quellgruppen,
- Primärenergieverbrauch nach Energieträgern,
- Primärenergiegewinnung im Inland nach Energieträgern,
- Endenergieverbrauch insgesamt nach Energieträgern und den Sektoren,
- Übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe,
- Verkehr,
- Haushalte,

- Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie militärische Dienststellen,
- Einsatz von Energieträgern zur Stromerzeugung.

Mit diesen Werten werden die vorläufige Energiebilanzen erarbeitet.

13.4 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. In folgenden Bereichen werden die aus der Energiebilanz ermittelten Aktivitätsraten durch andere Quellen ergänzt:

Brennholzeinsatz

Die Quelle für den Brennholzeinsatz in den Haushalten ist die Energiebilanz. Für den Brennholzeinsatz in den Quellgruppen Gewerbe, Handel, Dienstleistungen werden Expertenschätzungen vorgenommen, deren Grundlagen diverse Veröffentlichungen des DIW (Wochenberichte), Forsa-Studien und Einzelveröffentlichungen sind.

Haus- und Industriemüll

Die Energiebilanzdaten für den gesamten Hausmülleinsatz in Müllverbrennungsanlagen wurden mit den Angaben des Statistischen Bundesamtes (DESTATIS, Fachserie 19, Reihe 1) ergänzt. Die Differenz zwischen der so ermittelten Gesamtsumme für den Hausmülleinsatz in der öffentlichen Strom- und Fernwärmeversorgung und den Energiebilanzdaten wurde proportional zu den Energiebilanzdaten verteilt (Stromerzeugung in Öffentlichen Wärmekraftwerken, Wärmeerzeugung in Öffentlichen Wärmekraftwerken und Wärmeerzeugung in Öffentlichen Fernheizwerken).

Ein ähnliches Verfahren wird für die Müllverbrennung in den Wärmekraftwerken der Industrie angewendet. Hier erfolgt die Aufteilung der Differenz zwischen der Summe der Energiebilanzdaten und der Ersatzbrennstoffe (erfasst durch das Forschungsprojekt FKZ 204 42 203/02) zum Wert der Abfallstatistik des Statistischen Bundesamtes (DESTATIS, Fachserie19, Reihe 1) proportional zu den Energiebilanzwerten (Stromerzeugung in MVA der übrigen Industriekraftwerke und Wärmeerzeugung in MVA der Industriekraftwerke des verarbeitenden Gewerbes und des übrigen Bergbaus).

Dieser Abgleich der Differenz zwischen Energiebilanzdaten und der Abfallstatistik des Statistischen Bundesamtes erfolgt wie beschrieben nur für die alten Bundesländer und Deutschland. Für die neuen Bundesländer, wo sowohl im öffentlichen als auch im industriellen Bereich für den Zeitraum 1990-1994 die Energiebilanz höhere Werte als die Abfallstatistik ausweist, werden die Energiebilanzdaten nicht auf das Niveau der Abfallstatistik angepasst. In diesem Fall dürfte die Energiebilanz realitätsnähere Werte erfassen als die Abfallstatistik, da in letzterer v.a. die energetische Verwertung von Industriemüll unterschätzt wird, was auch die Ergebnisse des Forschungsprojekts „Basisjahr und Aktualisierung“, (FKZ 20541115) bestätigen. Für die neuen Bundesländer sind für den Zeitraum 1990-1994 die Aktivitätsraten demnach höher als die der Abfallstatistik. Durch diese Vorgehensweise wird dem Anspruch Rechnung getragen, alle Emissionen zu erfassen

Weiter ist die Verbrennung von Abfällen in anderen Anlagen des Umwandlungssektors zu erwähnen. Von 1993 bis 1994 sind in den Energiebilanzen für die alten Bundesländer Angaben für den Einsatz von Klärschlamm und Müll unter Energieverbrauch im

Umwandlungsbereich für die Kokereien enthalten (Zeile 38 der Energiebilanz, im ZSE wird dieser Einsatz als Kunststoffabfall interpretiert), ab 1995 werden entsprechende Daten für Deutschland unter Verbrauch in der Energiegewinnung und in den Umwandlungsbereichen für Sonstige Energieerzeuger (Zeile 39 der Energiebilanz) aufgeführt.

Erdgaseinsatz in den Kompressoren

Eine zweite Ergänzung der Energiebilanz erfolgt für den Erdgaseinsatz der Kompressoren im Erdgasnetz von 1990-1994. Dieser wird über den Faktor 0,005 ermittelt, der mit dem Erdgasverbrauch im Inland verknüpft wird. Die entsprechenden Aktivitätsraten werden bis 1994 – bei den bisher detailliert analysierten Inventardaten – nicht von den in Zeile 42 oder 44 (bis 1994) aufgeführten Energieverbrauchsdaten im Umwandlungssektor abgesetzt, d.h. diese werden emissionsseitig zusätzlich berücksichtigt. Für Gesamtdeutschland ergaben sich hieraus in der ersten Hälfte der neunziger Jahre jährliche Emissionen von ca. 700 000 t CO_2.

Ab dem Berichtsjahr 1995 bis zum Jahr 2004 konnte der Erdgaseinsatz in Erdgasverdichterstationen im Rahmen und in Konsistenz mit der Energiebilanz berichtet werden. Der Brennstoffeinsatz war neben dem Erdgaseinsatz in Kokereien in der Energiebilanzzeile 33 (Energieverbrauch in Kokereien) verbucht.

Seit dem Berichtsjahr 2005 können die Brennstoffeinsätze der Erdgasverdichterstationen in der Energiebilanz nicht mehr gesondert ausgewiesen werden. Daher werden sie nach der o.g. Methode wieder separat berechnet.

13.5 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 letzten Jahren verschlechtert (ZIESING et al, 2003). Positiv wirkt sich hingegen das seit 2003 wirksame Energiestatistikgesetz aus.

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 (DESTATIS, 2002c) wird seit 1995 nur noch eine Energiebilanz für Deutschland insgesamt (in der Gebietsabgrenzung vom 3. Oktober 1990) vorgelegt.

Die Strukturen der Energiebilanz bis 1994 und ab 1995 sind in Abbildung 33 und Abbildung 34 dargestellt.

13.5.1 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 (DESTATIS, 2002c) deutlich geändert.

Aus Sicht des DIW Berlin können diese Energiebilanzen als die maßgebliche energiestatistische Grundlage für die Ermittlung der energiebedingten CO_2-Emissionen in Deutschland angesehen werden.

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 13.6.1 erläutert.

13.6 Unsicherheiten der Aktivitätsraten stationärer Feuerungsanlagen

Siehe NIR 2007, Kapitel 13.6.

13.7 CO_2-Emissionsfaktoren

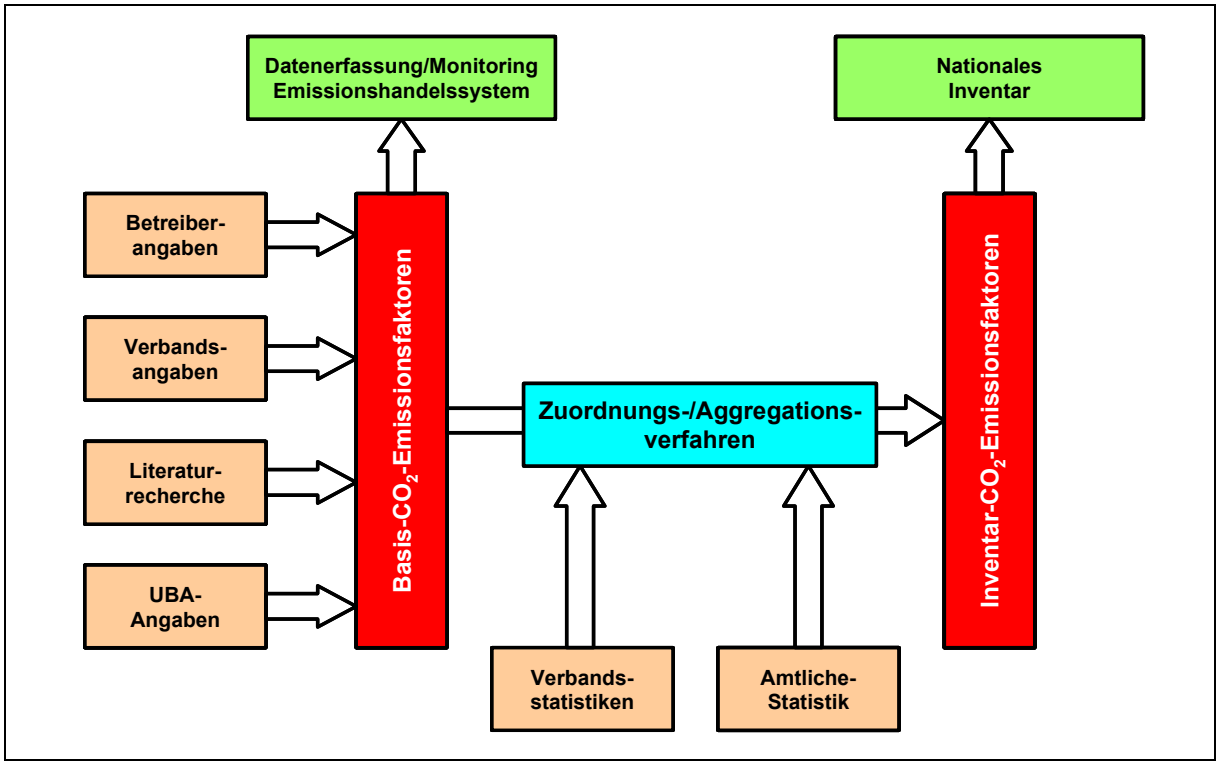
Die dem Inventar zugrunde gelegten Emissionsfaktoren wurden aus der Liste der „*CO_2-Emisssionsfaktoren für die Erstellung der nationalen CO_2-Inventare*“ (Öko-Institut, 2004c) abgeleitet.

13.7.1 Methodische Vorbemerkungen

Im Rahmen des EU-Emissionshandels besteht die Notwendigkeit, für die Anlagenbetreiber sehr differenzierte CO_2-Emissionsfaktoren bereit zu stellen, um eine möglichst genaue Ermittlung der anlagenbezogenen Emissionen zu gewährleisten.

Hinsichtlich der deutlich weniger stark differenzierten CO_2-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 35: Basis- und Inventar-Emissionsfaktoren für CO_2



Quelle: Öko-Institut

Vor diesem Hintergrund wurde ein konsistentes Konzept für die CO_2-Emissionsfaktoren entwickelt (Abbildung 35).

Das System basiert auf einem Satz differenzierter CO_2-Emissionsfaktoren, die sich – zum größten Teil – an den Erfordernissen des Emissionshandelssystems ausrichten (so genannte Basis-Emissionsfaktoren für CO_2). 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 CO_2 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 CO_2 bezeichnet.

13.7.2 Basis-Emissionsfaktoren für CO_2

Aktuelle Informationen zu den Basis-Emissionsfaktoren sind im Internet des Umweltbundesamtes eingestellt, unter folgender URL:

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

13.7.3 Ermittlung der Inventar-Emissionsfaktoren für CO_2

Auf Grundlage der Basis-Emissionsfaktoren für CO_2 (ohne Sonderbrennstoffe) werden unter Rückgriff auf Energieverbrauchs-Strukturdaten die CO_2-Emissionsfaktoren in der Differenzierung gebildet, die für die Erstellung der nationalen CO_2-Inventare benötigt wird (vergleiche dazu Tabelle 134).

Bei den *Steinkohlen* wird zunächst davon ausgegangen, dass in Kleinfeuerungsanlagen sowie in nach TA-Luft genehmigten Wärmeerzeugungsanlagen in den privaten Haushalten, im Kleinverbrauchssektor (ab 1995: Gewerbe, Handel, Dienstleistungen) sowie bei den militärischen Dienststellen Anthrazit zum Einsatz kommt. Für Anthrazit wird keine weitere Differenzierung in Ansatz gebracht. Auch für den Einsatz von Ballastkohle wird keine weitere Differenzierung vorgenommen.

Für die Ermittlung der CO_2-Emissionsfaktoren für Steinkohle wird zunächst ein energiebezogener Mix der deutschen Steinkohlenförderung nach Revieren (Ruhr, Saar, Aachen, Niedersachsen) zu Grunde gelegt, der über die Statistik der Kohlenwirtschaft verfügbar ist. Aus den entsprechenden revierspezifischen Emissionsfaktoren wird ein auf dieser Basis gewichteter Mittelwert errechnet. Anschließend wird ein Mix aus inländischer Förderung und Import nach Herkunftsstaaten ermittelt. Die Datengrundlage hierfür bilden neben den o.g. Angaben zur inländischen Förderung zunächst die detaillierten Daten des Vereins der Kohlenimporteure. Für die Berechnung des Import-Mixes wird der gesamte Steinkohlenimport nach Lieferländern um die Menge an Koks und Kokskohle sowie um die (geringen) Importmengen an anderen Steinkohlenprodukten bereinigt und auf Energieinhalte umgerechnet.

Der Mix des inländischen Steinkohlenaufkommens sowie der Mix des Importaufkommens werden über den Importanteil für die genutzte Steinkohle verknüpft. Dieser beruht auf den vom Verein der Kohlenimporteure vorgelegten Daten zum Anteil importierter Kohle für die verschiedenen Einsatzbereiche, wobei der Einsatz in der Eisen- und Stahlindustrie bzw. in den Kokereien nicht berücksichtigt wird.

Als Grundlage hinsichtlich der länderspezifischen CO_2-Emissionsfaktoren für den CO_2-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 CO_2-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 des DEBRIV 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 CO_2-Emissionsfaktoren aller anderen Energieträger werden keine weiteren Aggregationen vorgenommen und die in Tabelle 134 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 CO_2-Emissionsfaktoren in Ansatz gebracht.
- Für den Zeitraum bis 1994 wird hinsichtlich der neuen Bundesländer der CO_2-Emissionsfaktor für russisches Erdgas unterstellt.
- Das Hochdruck-Spaltgas aus Erdgas ist nur für West-Berlin (bis 1995) relevant.

Schließlich ist darauf hinzuweisen, dass für die Berechnung der CO_2-Emissionen für die Roheisen- und Stahlerzeugung aus Konsistenzgründen für Hochofen- und Konvertergas der Emissionsfaktor von Steinkohlenkoks verwendet wird. Zur Vermeidung von Doppelzählungen werden für die Inventarerstellung die Emissionsfaktoren für Hochofen- und Konvertergas auf Null gesetzt, da die entsprechenden Emissionen bereits unter 2.C.1 bzw. 1.A.2.a berichtet werden.

Tabelle 134: Aggregation und Zuordnung der Basis-Emissionsfaktoren für CO_2 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**
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	94,1	94,0
Steinkohlenbriketts	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	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
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
Balaststeinkohle *Alte Bundesländer*	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0													
Braunkohle																		
Rohbraunkohlen																		
öffentliche Fernheizwerke *Deutschland*						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
Industrie, Kleinverbrauch *Deutschland*						109,5	111,9	112,9	112,8	111,8	112,4	111,9	112,1	112,0	111,9	111,4	110,6	111,4
Alte Bundesländer	113,9	113,8	113,8	113,9	113,9													
Neue Bundesländer	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
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
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	NO	NO	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
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
Braunkohlenbriketts *Deutschland*						100,0	100,0	99,9	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7
Alte Bundesländer	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0													
Neue Bundesländer	99,7	100,0	100,0	100,0	100,3													
Braunkohlenteer *Neue Bundesländer*	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0													
Braunkohlenstaub und -wirbelschichtkohle *Deutschland*						97,8	97,7	97,7	97,8	97,9	98,0	98,0	97,9	97,9	97,9	98,0	98,0	97,9
Alte Bundesländer	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0													
Neue Bundesländer	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
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	NO	NO	NO	NO

Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren [t CO_2/TJ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Mineralöle																		
Erdöl roh	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Ottokraftstoff	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	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
Alte Bundesländer	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0													
Neue Bundesländer	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0													
Flugtreibstoff	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3
Dieselkraftstoff *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
Alte Bundesländer	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0													
Neue Bundesländer	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
Alte Bundesländer	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0													
Neue Bundesländer	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
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
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
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
Alte Bundesländer	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0													
Neue Bundesländer	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
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
Alte Bundesländer	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0													
Neue Bundesländer	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
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
Alte Bundesländer	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0													
Neue Bundesländer	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0													
Gicht- und Konvertergas [3)]	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Brenngas *Neue Bundesländer*	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0													
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
Alte Bundesländer	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0													
Neue Bundesländer	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
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

Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren [t CO_2/TJ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
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
Industriemüll [2] *Deutschland*						74,5	74,8	74,0	74,0	74,1	73,4	73,3	73,2	72,9	72,1	72,0	71,9	71,8
Alte Bundesländer	73,9	73,9	74,0	74,1	74,3													
Neue Bundesländer	74,9	74,8	74,7	74,6	74,6													
Sonderbrennstoffe [1]																		
Altöl	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	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
Altreifen	97,3	97,3	97,3	97,3	97,3	97,3	97,3	97,3	97,3	97,3	97,3	97,3	97,3	97,3	97,3	97,3	97,3	97,3
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
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
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
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
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
Klärschlamm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	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
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
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
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
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
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
Biomasse-Brennstoffe [4]																		
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
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
Holzabfälle (Resthölzer)	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
Rinde	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
Tiermehle und -fette	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	74,9	74,9	74,9	74,9	74,9	74,9	74,9
Tierfett	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
Brennholz [5]	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0
Deponiegas, Klärgas [5]	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
Biodiesel [5]	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

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, 1990-94 jeweils einzeln für Alte Bundeländer / Neue Bundeländer

3) CO_2-Emissionen aus Gichtgasentstehung und -einsatz sowie aus Reduktionsmitteln werden über die Bilanzierung der CO_2-Emissionen bei der Eisen- und Stahlherstellung berücksichtigt.

4) Nennung für ausgewählte Brennstoffe, wobei errechnete CO_2-Emissionen nur nachrichtlich übermittelt werden und nicht in die Gesamtmengen des Inventars eingehen, Biomasseanteile aus Sonderbrennstoffen (s.o.) sind nicht gesondert aufgeführt, weil die CO_2-EF nicht unterschieden werden.

5) Defaultwerte

Tabelle 135: Aggregation und Zuordnung der Basis-Emissionsfaktoren für CO_2 ab 1990, Industrieprozesse

Industrieprozesse	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	[kg CO_2/ t (Rohstoff oder Produkt)]																	
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
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
2.A.2 Produktion von Dolomitkalk	913,00	913,00	913,00	913,00	913,00	913,00	913,00	913,00	913,00	913,00	913,00	913,00	913,00	913,00	913,00	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
2.A.4 Produktion von Soda	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
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
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
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
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
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
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
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
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
2.A.7 Produktion von Glas (Mix undifferenziert NBL)	174,00	174,00	174,00	174,00	174,00	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B Produktion von Ammoniak	1815,00	1815,00	1815,00	1815,00	1815,00	1815,00	1815,00	1815,00	1815,00	1815,00	1815,00	1815,00	1815,00	1815,00	1815,00	1815,00	1815,00	1815,00
2.B Produktion von Kalziumkarbid	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
2.B Produktion von Kalziumkarbid (NBL)	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00
2.B Katalysatorabbrand	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96
2.C.1 Produktion von Elektrostahl	8,50	8,00	7,50	7,00	7,00	6,50	6,50	6,00	5,50	5,00	5,00	4,77	4,77	4,77	4,77	4,77	4,77	4,77
2.C.1 Produktion von Oxygenstahl*	1307,00	1307,00	1307,00	1307,00	1307,00	1307,00	1307,00	1307,00	1307,00	1307,00	1307,00	1307,00	1307,00	1307,00	1307,00	1307,00	1307,00	1307,00
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
2.C.2 Produktion von Ferrolegierungen	1500,00	1222,00	944,00	527,00	249,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00
2.C.2 Produktion von Ferrolegierungen (NBL)	1500,00	1500,00	1500,00	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.C.3 Produktion von Hüttenaluminium	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00

* Faktor für den idealen Hochofenprozess (Scholzfaktor) nach der Zuteilungsverordnung zum Nationalen Allokationsplan

13.8 Entwicklung eines vorläufigen Referenz Approach auf der Basis der Auswertetabellen zur Energiebilanz

Diese Informationen sind im Anhang 2, Kapitel 13.8 des Inventarberichtes des Jahres 2007 (NIR 2007) enthalten.

13.9 Analyse der CO_2-Emissionen aus der nichtenergetischen Verwendung von Energieträgern

Diese Informationen sind im Anhang 2, Kapitel 13.9 des Invenatrberichtes des Jahres 2007 (NIR 2007) enthalten. Aufbauend auf den Empfehlungen und den Ergebnissen des Initial Reviews 2007 erfolgt gegenwärtig eine Überarbeitung der methodischen Annahmen und Prozessbetrachtungen.

14 ANHANG 3: WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR EINZELNE QUELL- UND SENKENKATEGORIEN

14.1 Weitere detaillierte methodische Beschreibungen für die Quellkategorie Energie (1)

14.1.1 Überarbeitung der Aktivitätsraten stationärer Feuerungsanlagen der neuen Bundesländer für das Jahr 1990 und der Folgejahre (1.A.1 und 1.A.2)

14.1.1.1 Aktivitätsraten für das Jahr 1990

Die Probleme der amtlichen Statistik der DDR im Jahr der Wiedervereinigung 1990 und die Schaffung einer einheitlichen gesamtdeutschen amtlichen Statistik wirkten sich spürbar auf die Qualität der bisher berichteten Zahlen zu den Aktivitätsraten stationärer Feuerungsanlagen der neuen Bundesländer des Jahres 1990 (und Folgejahre) aus. Daher wurden diese Zahlen durch das Institut für Energetik und Umwelt gGmbH (IE gGmbH) überarbeitet. Im Forschungsvorhaben „Basisjahr und Aktualisierung“ (UBA, 2005c: FKZ 20541115) wurden im Arbeitspaket 1 „explizit die Aktivitätsraten für stationäre Feuerungsanlagen der neuen Bundesländer (NBL) als Grundlage für die Emissionsinventare und den Bericht zur Festlegung der zugewiesenen Mengen auf evtl. Lücken überprüft, ggf. vervollständigt bzw. korrigiert und dokumentiert.“

Mit dem Zugriff auf u.a. folgende Originärdatenquellen wurde ein realitätsnaher Brennstoffverbrauch herausgearbeitet und auf Datendifferenzen sowie auch Datenlücken zu den bisher im ZSE vorliegenden Daten gemäß der Struktur des BEU-Modells (Bilanz der Emissionsursachen) vergleichend überprüft:

- Energiewirtschaftlicher Jahresbericht 1990 für die NBL, Band 1a,
- Abrechnung der Energiebilanz der DDR 1988,
- Gesamtenergiebilanz 1989, Wirtschaftsraum DDR,
- Gesamtenergiebilanz 1990, Wirtschaftsraum der fünf neuen Länder in der BRD,
- Statistisches Jahrbuch 1992 der Bundesrepublik,

- Präzisierung Energiebedarfsentwicklung in den Bereichen Wirtschaft, Bevölkerung und sonstige Verbraucher im Zeitraum bis zum Jahr 2005 (Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde u.a. für die energieintensiven Produkte der spezifische Energieverbrauch und die Produktionshöhe für 1990 eingeschätzt.),
- Eine Überarbeitung des UBA zur Prozessfeuerung,
- eigene Berechungen.

Fehlende Primärdaten im Jahr 1990 wurden teilweise aus den Daten zu Vor- und Folgejahren mittels Interpolation und teils flankierender Expertenschätzungen generiert.

Vergleichend aufbereitet sind die im Jahr 1990 eingesetzten Brennstoffe von Stein- und Braunkohlen, flüssigen Brennstoffen, Gasen, Ersatzbrennstoffen, wie Müll oder andere Mineralölprodukte sowie erneuerbaren Energien. In den folgenden beiden Unterkapiteln sind die methodischen Grundlagen und die Ergebnisse dokumentiert.

14.1.1.2 Methode zur Überarbeitung der Aktivitätsraten für das Jahr 1990

Als stationäre Feuerungsanlagen gelten alle Kraftwerke, die Strom oder Strom und Wärme, die sowohl für Industrieprozesse eingesetzt als auch als Heizwärme genutzt werden, produzieren. Zudem sind die Kessel der Fernheizwerke zu berücksichtigen sowie ferner der Verbrauch an Hilfsenergie im Umwandlungsbereich. Darüber hinaus ist der Endenergieverbrauch in den Industriekesseln für Prozessfeuerungen im übrigen Bergbau und im verarbeitenden Gewerbe einzubeziehen.

Die Kraftwerke beinhalten eine Typenaufteilung in öffentliche Wärmekraftwerke und Gasturbinen, Grubenkraftwerke sowie Industriekraftwerke (Raffineriekraftwerke sind separat ausgewiesen).

Zusätzlich erfolgt eine Unteraufteilung der Feuerungsanlagen dieser Kraftwerkstypen in Großfeuerungsanlagen (GFA), wie sie der 13. BImSchV entsprechen und in TA-Luft-Anlagen.

Zudem wurden innerhalb der Industriekraftwerke die in den Bahnkraftwerken eingesetzten Brennstoffe gesondert ausgewiesen.

In einem ersten Schritt wurde der in 1990 bestehende Kraftwerkspark datenbanktechnisch mit u.a. Angaben zu elektrischen Leistungen sowie Dampfwärme und Brennstoffverbrauch neu aufgenommen.[78] Dieser umfasste 229 Kraftwerke ohne die Kernkraftwerke Greifswald und Rheinsberg und ohne Laufwasser- und Speicherkraftwerke.

Für die Braunkohlen wurde eine regionale Auftrennung in die Reviere Lausitz und Mitteldeutschland vorgenommen, da zur letztendlichen Berechnung der CO_2-Emissionen deren unterschiedliche CO_2-Emissionsfaktoren zu berücksichtigen sind.

Aus der neu erstellten Kraftwerksparkdatei mit oben beschriebenen Parametern erfolgte eine kraftwerkstypenbezogene Neuberechnung aller eingesetzten Brennstoffe für die Bereitstellung von Strom sowie Industrieprozesswärme und Fernwärme in den jeweiligen Energiebilanzzeilen.

[78] Entsprechend den Festlegungen zur energiewirtschaftlichen Statistik in der ehemaligen DDR erfolgte nach Ablauf des Kalenderjahres die Meldung der zentral vorgegebenen Daten durch alle Kraftwerksbetreiber an das ORGREB – Institut für Kraftwerke in Vetschau, das daraus einen jährlich erschienenen Gesamtbericht erarbeitete [EWJB 90]. Für 1990 erfolgte dieser letztmalig in gekürzter Form, wobei die detaillierte Darstellung der Kraftwerke nur als internes Arbeitspapier dem damaligen IfE übergeben wurde.

Des Weiteren, d.h. außerhalb der Werte der neu erstellten Kraftwerksparkdatei, wurde der Brennstoffverbrauch für die Fernwärmeerzeugung aus öffentlichen Fernheizwerken in der EBZ 18 erfasst.

Als dritte Position innerhalb der Umwandlungsbilanz wurde in der EBZ 45 der Energieträgereinsatz für den Hilfsenergieverbrauch in Form von Wärme in der Mineralölindustrie, für die Trocknungswärme bei der Herstellung von Braunkohlenbrikett und Braunkohlenstaub sowie für den Hilfsenergieverbrauch in den Kokereien und Ortsgaswerken erfasst.

Im Endenergieverbrauchbereich wurde der in den einzelnen Kraftwerkstypen für die bereitgestellte Industrieprozesswärme eingesetzte Brennstoffverbrauch in der EBZ 73 bilanziert. Zusätzlich, d.h. außerhalb der Werte der neu erstellten Kraftwerksparkdatei, wird hier der Brennstoffverbrauch in den Industriekesseln sowie der für die Prozessfeuerung abgebildet. Für elf identifizierte Hauptprozesse konnte der Brennstoffverbrauch zur Prozessfeuerung spezifisch den verschiedenen Industriezweigen zugeordnet werden, die restlichen Prozesse wurden als Aggregat zusammengefasst.

14.1.1.3 Ergebnisse (Aktivitätsraten 1990)

Die Grundlage der hier durchgeführten Analyse ist die Gesamtenergiebilanz von 1990. Zu dieser gibt es keine Abweichungen vom im Niveau gleichen Verbrauch aller Energieträger. D.h. aber auch, dass sich die CO_2-Emissionen durch die Überarbeitung nicht wesentlich verändert haben.

Auftauchende Differenzen zur originären Energiebilanz ergeben sich lediglich in der Zuordnung der eingesetzten Brennstoffe in einzelnen Bilanzzeilen. In der Summe aller in den Kraftwerken zur Stromerzeugung eingesetzten Brennstoffe wird ein Minderverbrauch in Höhe von 8.640 TJ konstatiert. Bezogen auf den ursprünglich ausgewiesenen Energieverbrauch zur Stromerzeugung in Höhe von 1.046.012 TJ ergibt sich eine relative Verschiebung der eingesetzten Energieträger in Höhe von 0,83 % aus dem Umwandlungsbereich in den Bereich des Endenergieverbrauches mit einem dort ausgewiesenen Mehrverbrauch im übrigen Bergbau und dem verarbeitenden Gewerbe von 8.640 TJ.

Gegenüber der ursprünglichen im ZSE befindlichen Anzahl von 268 Zeitreihen für die Quellgruppen 1.A.1 und 1.A.2 (ohne private Haushalte/Kleinverbraucher und Militär) erfolgte durch das Zurückgreifen auf neue Datenquellen und das Auswerten dieser eine differenziertere Zuordnung und Darstellung mit teils neuen Strukturelementen auf nun 360 Zeitreihen. Hierunter fällt auch die regionale Aufteilung der Braunkohlen auf die Reviere Mitteldeutschland und Lausitz. Diese letztendlich quantitative Einzelbereitstellung der Energiedaten für stationäre Feuerungsanlagen in Zeitreihen erfolgt zur Erfüllung der Berichtspflicht im Rahmen des Nationalen Treibhausgasinventars (NIR 2006).

Einen Überblick über den nach intensiven Datenrecherchen und teils mehrstufigen Berechnungen den Kraftwerken und/oder den Heiz- bzw. Industriekesseln zugeordneten jeweiligen Brennstoffverbrauch in den entsprechenden EBZ bieten die folgenden Tabellen.

Tabelle 136: Brennstoffeinsatz zur Stromerzeugung in öffentlichen Wärme- und Gruben- sowie Industriekraftwerken (Neue Bundesländer 1990)

	Dimension	Stromerzeugung in GFA der öffentlichen Wärmekraftwerke	Stromerzeugung in Gasturbinen der öffentlichen Wärmekraftwerke	Stromerzeugung in GFA der Grubenkraftwerke des Braunkohlen-bergbaus	Stromerzeugung der übrigen Industriewärme-kraftwerke (GFA)	davon Bahnkraft-werke	Stromerzeugung der übrigen Industriewärme-kraftwerke (TA-Luft)	davon Bahnkraft-werke	Stromerzeugung in GFA der Raffineriekraftwerke	**Summe**
Installierte Leistung	**MW**	**14.544**	**1.253**	**2.872**	**1.401**	**44**	**118**	**2**	**682**	**20.870**
Engpassleistung	**MW**	**11.367**	**989**	**1.727**	**574**	**20**	**26**	**1**	**236**	**14.918**
Kesselwirkungsgrad	**%**	**82,64%**	**94,72%**	**80,52%**	**81,44%**	**79,72%**	**73,17%**	**80,25%**	**82,96%**	**82,30%**
Stromerzeugung	**GWh**	**74.084**	**92**	**13.035**	**4.219**	**169**	**191**	**1**	**1.926**	**93.546**
Wärme für Stromerzeugung	**TJ**	**685.440**	**1.175**	**115.910**	**32.919**	**2.490**	**1.606**	**3**	**16.747**	**853.797**
Brennstoff für Stromerzeugung	**TJ**	**829.386**	**1.240**	**143.944**	**40.419**	**3.124**	**2.195**	**3**	**20.187**	**1.037.372**
- Rohbraunkohle	TJ	813.525	0	124.106	18.378	3.088	714	3	7.881	**964.605**
> Revier Lausitz	TJ	*662.638*	*0*	*97.829*	*4.551*	*504*	*165*	*0*	*0*	***765.183***
> Revier Mitteldeutschland	TJ	*150.887*	*0*	*26.277*	*13.827*	*2.584*	*550*	*3*	*7.881*	***199.422***
- Braunkohlenbriketts	TJ	488	0	690	1.791	0	402	0	24	**3.394**
> Revier Lausitz	TJ	98	*0*	*171*	*398*	*0*	*200*	*0*	0	***867***
> Revier Mitteldeutschland	TJ	390	*0*	*519*	*1.392*	*0*	*203*	*0*	24	***2.527***
- Trockenkohle	TJ	0	0	5.941	0	0	0	0	238	**6.178**
> Revier Lausitz	TJ	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	***0***
> Revier Mitteldeutschland	TJ	*0*	*0*	*5.941*	*0*	*0*	*0*	*0*	*238*	***6.178***
- Braunkohlenschwelkoks	TJ	1	0	5.462	2.113	0	223	0	876	**8.674**
> BTT-Koks	TJ	*1*	*0*	*5.462*	*2.113*	*0*	*223*	*0*	*876*	**8.674**
> BHT-Koks	TJ	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	**0**
- Steinkohle	TJ	37	0	1.047	2.787	0	286	0	0	**4.157**
- Steinkohlenkoks	TJ	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
- Steinkohlenbrikett	TJ	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
- Brennholz	TJ	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
- Heizöl leicht	TJ	0	94	0	0	0	0	0	0	**94**
- Heizöl schwer	TJ	6.984	0	162	2.205	13	12	0	883	**10.245**
- Dieselkraftstoff	TJ	0	146	0	0	0	0	0	0	**146**
- Erdgas	TJ	7.705	1.000	77	9.271	0	31	0	4.322	**22.406**
> importiertes Erdgas	TJ	*5.663*	*1.000*	*25*	*4.835*	*0*	*0*	*0*	*4.322*	**15.845**
> Inlanderdgas	TJ	*2.042*	*0*	*53*	*4.436*	*0*	*31*	*0*	*0*	**6.561**
- Flüssigas	TJ	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
- Klärgas	TJ	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
- Stadtgas/Sonst. Gas	TJ	29	0	2.877	1.287	0	93	0	1.318	**5.604**
- Gichtgas	TJ	0	0	0	1.940	0	0	0	0	**1.940**
- Sonderbrennstoff	TJ	618	0	3.582	648	23	434	0	4.646	**9.926**
		↓ **EBZ 13**	↓ **EBZ 13**	↓ **EBZ 14**	↓ **EBZ 15**		↓ **EBZ 15**		↓ **EBZ 15**	

Tabelle 137: Brennstoffeinsatz zur Industriewärmeerzeugung in öffentlichen Wärme- und Gruben- sowie Industriekraftwerken (Neue Bundesländer 1990)

	Dimension	Wärmeerzeugung in GFA der öffentlichen Wärmekraftwerke	Wärmeerzeugung in GFA der Grubenkraftwerke des Braunkohlenbergbaus	Wärmeerzeugung in Anlagen der übrigen Industriekraftwerke (GFA)	davon Bahnkraftwerke	Wärmeerzeugung in Anlagen der übrigen Industriekraftwerke (TA-Luft)	davon Bahnkraftwerke	Wärmeerzeugung in GFA der Raffineriekraftwerke	**Summe**
Kesselwirkungsgrad	**%**	**82,44%**	**78,82%**	**79,27%**	**79,21%**	**74,27%**	**80,25%**	**83,06%**	**79,48%**
Industriewärmeerzeugung	**TJ**	**3.611**	**128.533**	**100.426**	**171**	**10.291**	**158**	**44.878**	**287.740**
Brennstoff für Industriewärme	**TJ**	**4.380**	**163.065**	**126.687**	**216**	**13.856**	**196**	**54.031**	**362.020**
- Rohbraunkohle	TJ	4.122	150.799	60.263	207	6.892	196	18.303	**240.379**
> Revier Lausitz	TJ	*1.759*	*96.135*	*10.294*	*207*	*1.743*	*0*	*0*	***109.931***
> Revier Mitteldeutschland	TJ	*2.364*	*54.664*	*49.969*	*0*	*5.149*	*196*	*18.303*	***130.448***
- Braunkohlenbrikett	TJ	0	333	8.084	0	3.640	0	0	**12.057**
> Revier Lausitz	TJ	*0*	*79*	*3.328*	*0*	*2.021*	*0*	*0*	***5.428***
> Revier Mitteldeutschland	TJ	*0*	*255*	*4.756*	*0*	*1.619*	*0*	*0*	***6.630***
- Trockenkohle	TJ	0	2.912	0	0	0	0	0	**2.912**
> Revier Lausitz	TJ	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	***0***
> Revier Mitteldeutschland	TJ	*0*	*2.912*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	***2.912***
- Braunkohlenschwelkoks	TJ	0	2.677	6.199	0	944	0	58	**9.878**
> BTT-Koks	TJ	0	2.677	6.199	0	944	0	58	**9.878**
> BHT-Koks	TJ	0	0	0	0	0	0	0	**0**
- Steinkohle	TJ	0	378	10.353	0	951	0	0	**11.682**
- Steinkohlenkoks	TJ	0	0	0	0	0	0	0	**0**
- Steinkohlenbrikett	TJ	0	0	0	0	0	0	0	**0**
- Brennholz	TJ	0	0	0	0	0	0	0	**0**
- Heizöl leicht	TJ	0	0	0	0	0	0	0	**0**
- Heizöl schwer	TJ	113	119	9.070	0	303	0	2.520	**12.124**
- Dieselkraftstoff	TJ	0	0	0	0	0	0	0	**0**
- Erdgas	TJ	145	0	26.000	0	606	0	8.933	**35.684**
> importiertes Erdgas	TJ	2	0	12.887	0	0	0	8.933	**21.822**
> Inlanderdgas	TJ	143	0	13.113	0	606	0	0	**13.862**
- Flüssigas	TJ	0	0	0	0	0	0	0	**0**
- Klärgas	TJ	0	0	0	0	0	0	0	**0**
- Stadtgas/Sonst. Gas	TJ	0	3.119	1.988	0	0	0	12.599	**17.706**
- Gichtgas	TJ	0	0	1.479	0	0	0	0	**1.479**
- Sonderbrennstoff	TJ	0	2.728	3.252	9	521	0	11.619	**18.120**
		↓ **EBZ 73**	↓ **EBZ 45 / 73**	↓ **EBZ 73**		↓ **EBZ 73**		↓ **EBZ 45**	

Tabelle 138: Brennstoffeinsatz zur Fernwärmezeugung in öffentlichen Wärme- und Gruben- sowie Industriekraftwerken (Neue Bundesländer 1990)

	Dimension	Wärmeerzeugung in GFA der öffentlichen Wärmekraftwerke	Wärmeerzeugung in Gasturbinen der öffentlichen Wärmekraftwerke	Wärmeerzeugung in GFA der Grubenkraftwerke des Braunkohlen-bergbaus	Wärmeerzeugung in Anlagen der übrigen Industriekraftwerke (GFA)	davon Bahnkraft-werke	Wärmeerzeugung in Anlagen der übrigen Industriekraftwerke (TA-Luft)	davon Bahnkraft-werke	Wärmeerzeugung in GFA der Raffineriekraftwerke	**Summe**
Kesselwirkungsgrad	**%**	**83,26%**	**68,11%**	**79,30%**	**80,59%**	**79,37%**	**76,97%**		**85,02%**	**82,57%**
Fernwärmeerzeugung	**TJ**	**109.565**	**167**	**10.874**	**14.253**	**723**	**2.659**	**0**	**3.952**	**141.469**
Brennstoff für Fernwärme	**TJ**	**131.588**	**245**	**13.713**	**17.686**	**911**	**3.454**	**0**	**4.648**	**171.334**
- Rohbraunkohle	TJ	87.000	0	10.557	8.770	880	1.128	0	1.023	**108.478**
> Revier Lausitz	TJ	*46.503*	*0*	*6.603*	*4.321*	*645*	*598*	*0*	*0*	***58.024***
> Revier Mitteldeutschland	TJ	*40.497*	*0*	*3.954*	*4.449*	*235*	*530*	*0*	*1.023*	***50.453***
- Braunkohlenbrikett	TJ	7.939	0	503	2.462	0	1.247	0	0	**12.151**
> Revier Lausitz	TJ	*1.012*	*0*	*333*	*780*	*0*	*722*	*0*	*0*	***2.847***
> Revier Mitteldeutschland	TJ	*6.927*	*0*	*170*	*1.682*	*0*	*525*	*0*	*0*	***9.304***
- Trockenkohle	TJ	0	0	169	0	0	0	0	0	**169**
> Revier Lausitz	TJ	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	***0***
> Revier Mitteldeutschland	TJ	*0*	*0*	*169*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	***169***
- Braunkohlenschwelkoks	TJ	64	0	0	165	0	11	0	0	**240**
> BTT-Koks	TJ	64	0	0	165	0	11	0	0	**240**
> BHT-Koks	TJ	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
- Steinkohle	TJ	1.282	0	2.090	1.503	0	907	0	0	**5.782**
- Steinkohlenkoks	TJ	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
- Steinkohlenbrikett	TJ	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
- Brennholz	TJ	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
- Heizöl leicht	TJ	0	245	0	0	0	0	0	0	**245**
- Heizöl schwer	TJ	13.820	0	50	504	1	0	0	3	**14.378**
- Dieselkraftstoff	TJ	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
- Erdgas	TJ	20.956	0	2	3.891	0	150	0	501	**25.500**
> importiertes Erdgas	TJ	13.268	0	1	1.641	0	0	0	501	**15.410**
> Inlanderdgas	TJ	7.688	0	1	2.250	0	150	0	0	**10.089**
- Flüssigas	TJ	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
- Klärgas	TJ	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
- Stadtgas/Sonst. Gas	TJ	134	0	205	223	0	0	0	2.931	**3.494**
- Gichtgas	TJ	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
- Sonderbrennstoff	TJ	391	0	136	167	29	11	0	190	**896**
		↓ **EBZ 18**	↓ **EBZ 18**	↓ **EBZ 18**	↓ **EBZ 18**		↓ **EBZ 18**		↓ **EBZ 18**	

Tabelle 139: Gesamter Brennstoffeinsatz in öffentlichen Wärme- und Gruben- sowie Industriekraftwerken (Neue Bundesländer 1990)

	Dimension	Gesamtwärme-erzeugung in GFA der öffentlichen Wärmekraftwerke	Gesamtwärme-erzeugung in Gasturbinen der öffentlichen Wärmekraftwerke	Gesamtwärme-erzeugung in GFA der Grubenkraftwerke des Braunkohlen-bergbaus	Gesamtwärme-erzeugung in Anlagen der übrigen Industriekraftwerke (GFA)	davon Bahnkraft-werke	Gesamtwärme-erzeugung in Anlagen der übrigen Industriekraftwerke (TA-Luft)	davon Bahnkraf-twerke	Gesamtwärme-erzeugung in GFA der Raffineriekraftwerke	**Summe**
Kesselwirkungsgrad	**%**	**82,73%**	**90,33%**	**79,61%**	**79,87%**	**79,62%**	**74,63%**	**80,25%**	**83,15%**	**81,68%**
Gesamtwärmeerzeugung	**TJ**	**798.616**	**1.342**	**255.317**	**147.599**	**3.384**	**14.556**	**160**	**65.576**	**1.283.006**
Brenstoff für Gesamtwärme	**TJ**	**965.354**	**1.486**	**320.722**	**184.792**	**4.251**	**19.505**	**200**	**78.866**	**1.570.725**
- Rohbraunkohle	TJ	**904.647**	**0**	**285.462**	**87.411**	**4.175**	**8.735**	**200**	**27.207**	**1.313.462**
> Revier Lausitz	TJ	***710.899***	***0***	***200.568***	***19.166***	***1.356***	***2.506***	***0***	***0***	***933.138***
> Revier Mitteldeutschland	TJ	***193.748***	***0***	***84.895***	***68.245***	***2.819***	***6.229***	***200***	***27.207***	***380.323***
- Braunkohlenbrikett	TJ	**8.427**	**0**	**1.526**	**12.336**	**0**	**5.290**	**0**	**24**	**27.603**
> Revier Lausitz	TJ	***1.111***	***0***	***582***	***4.506***	***0***	***2.944***	***0***	***0***	***9.142***
> Revier Mitteldeutschland	TJ	***7.317***	***0***	***944***	***7.830***	***0***	***2.346***	***0***	***24***	***18.461***
- Trockenkohle	TJ	**0**	**0**	**9.021**	**0**	**0**	**0**	**0**	**238**	**9.259**
> Revier Lausitz	TJ	***0***	***0***	***0***	***0***	***0***	***0***	***0***	***0***	***0***
> Revier Mitteldeutschland	TJ	***0***	***0***	***9.021***	***0***	***0***	***0***	***0***	***238***	***9.259***
- Braunkohlenschwelkoks	TJ	**65**	**0**	**8.140**	**8.477**	**0**	**1.177**	**0**	**934**	**18.792**
> BTT-Koks	TJ	**65**	**0**	**8.140**	**8.477**	**0**	**1.177**	**0**	**934**	**18.792**
> BHT-Koks	TJ	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
- Steinkohle	TJ	**1.320**	**0**	**3.515**	**14.643**	**0**	**2.144**	**0**	**0**	**21.621**
- Steinkohlenkoks	TJ	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
- Steinkohlenbrikett	TJ	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
- Brennholz	TJ	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
- Heizöl leicht	TJ	**0**	**339**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**339**
- Heizöl schwer	TJ	**20.917**	**0**	**331**	**11.779**	**14**	**315**	**0**	**3.406**	**36.748**
- Dieselkraftstoff	TJ	**0**	**146**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**146**
- Erdgas	TJ	**28.807**	**1.000**	**79**	**39.162**	**0**	**787**	**0**	**13.755**	**83.590**
> importiertes Erdgas	TJ	**18.934**	**1.000**	**25**	**19.363**	**0**	**0**	**0**	**13.755**	**53.078**
> Inlanderdgas	TJ	**9.873**	**0**	**54**	**19.799**	**0**	**787**	**0**	**0**	**30.513**
- Flüssigas	TJ	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
- Klärgas	TJ	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
- Stadtgas/Sonst. Gas	TJ	**164**	**0**	**6.202**	**3.498**	**0**	**93**	**0**	**16.847**	**26.803**
- Gichtgas	TJ	**0**	**0**	**0**	**3.420**	**0**	**0**	**0**	**0**	**3.420**
- Sonderbrennstoff	TJ	**1.009**	**0**	**6.446**	**4.067**	**62**	**966**	**0**	**16.455**	**28.942**

Tabelle 140: Brennstoffeinsatz in Heizkraftwerken und Fernheizwerken (EBZ 18) (Neue Bundesländer 1990)

	Dimension	Brennstoffe für Fernwärme-erzeugung 1990 EB Zeile 18	Fernwärme-erzeugung in GFA der öff. Wäme-kraftwerke	Fernwärme-erzeugung aus Gasturbinen öff. Wärme-kraftwerke	Fernwärme-erzeugung in GFA der Gruben-kraftwerke des Braunkohlen-bergbaus	Fernwärme-erzeugung in GFA der IKW des verarb. Gewerbes und uebr. Bergbaus	Fernwärme-erzeugung in TA Luft-Anlagen der IKW des verarb. Gewerbes und uebr. Bergbaus	Fernwärme-erzeugung in GFA der Raffinerie-kraftwerke	Fernwärme-erzeugung aus öffentlichen Fern-heizwerken	davon Fernwärme-erzeugung in GFA	davon Fernwärme-erzeugung in TA-Luft
Jahreswirkungsgrad	**%**	**81,60%**	**83,26%**	**68,11%**	**79,30%**	**80,59%**	**76,97%**	**85,02%**	**80,04%**		
Fernwärmeerzeugung	**TJ**	**227.490**	**109.565**	**167**	**10.874**	**14.253**	**2.659**	**3.952**	**86.021**		
Brennstoff für Fernwärme	**TJ**	**278.801**	**131.588**	**245**	**13.713**	**17.686**	**3.454**	**4.648**	**107.467**	**33.394**	**74.074**
- Rohbraunkohle	TJ	189.784	87.000	0	10.557	8.770	1.128	1.023	81.306	25.265	56.042
> Revier Lausitz	TJ		*46.503*	*0*	*6.603*	*4.321*	*598*	*0*	*32.522*	*10.106*	*22.417*
> Revier Mitteldeutschland	TJ		*40.497*	*0*	*3.954*	*4.449*	*530*	*1.023*	*48.784*	*15.159*	*33.625*
- Braunkohlenbriketts	TJ	19.569	7.939	0	503	2.462	1.247	0	7.418	2.305	5.113
> Revier Lausitz	TJ		*1.012*	*0*	*333*	*780*	*722*	*0*	*1.738*	*540*	*1.198*
> Revier Mitteldeutschland	TJ		*6.927*	*0*	*170*	*1.682*	*525*	*0*	*5.680*	*1.765*	*3.915*
- Staub-/Trockenkohle	TJ	532	0	0	169	0	0	0	363	113	250
> Revier Lausitz	TJ		*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
> Revier Mitteldeutschland	TJ		*0*	*0*	*169*	*0*	*0*	*0*	*363*	*113*	*250*
- Braunkohlenkoks	TJ	243	64	0	0	165	11	0	3	1	2
> BTT-Koks	TJ		*64*	*0*	*0*	*165*	*11*	*0*			
> BHT-Koks	TJ		*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*			
- Steinkohle	TJ	11.835	1.282	0	2.090	1.503	907	0	6.053	1.881	4.172
- Steinkohlenkoks	TJ		0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Steinkohlenbriketts	TJ		0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Brennholz	TJ		0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Heizöl, leicht	TJ	1.217	0	245	0	0	0	0	972	302	670
- Heizöl, schwer	TJ	16.028	13.820	0	50	504	0	3	1.650	513	1.137
- Dieselkraftstoff	TJ		0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Erdgas	TJ	32.724	20.956	0	2	3.891	150	501	7.224	2.245	4.979
> importiertes Erdgas	TJ		*13.268*	*0*	*1*	*1.641*	*0*	*501*			
> Inlanderdgas	TJ		*7.688*	*0*	*1*	*2.250*	*150*	*0*			
- Fluessiggas	TJ		0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Klärgas	TJ		0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Sonstiges Gase	TJ	5.973	134	0	205	223	0	2.931	2.479	770	1.709
> Brenngas	TJ		0	0	0	0	0	0	0	0	0
> Kokerei-/Stadtgas		5.973	134	0	205	223	0	2.931	2.479	770	1.709
> Raffineriegas			0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Gichtgas	TJ		0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Sonderbrennstoff	TJ	896	391	0	136	167	11	190	0	0	0
> Andere Mineraloelprodukte	TJ		0	0	0	0	0	0	0	0	0
> Braunkohlenteer			0	0	0	0	0	0	0	0	0
> Industriemüll		896	391	0	136	167	11	190	0	0	0

Tabelle 141: Brennstoffeinsatz im Umwandlungsbereich (Hilfsenergie / EBZ 45) (Neue Bundesländer 1990)

	Dimension	Korrigierte EBZ 45	Waermeerzeugung in GFA der Grubenkraftwerke des Braunkohlenbergbaus	Herstellung von Steinkohlenkoks	Waermeerzeugung in GFA der Raffineriekraftwerke	Summe (Umwandlung für KW)	übrigen Prozess-feuerungen
Industriewärmeerzeugung	**TJ**		**118.198**		**44.878**	**163.076**	
Brennstoff für Endenergie	**TJ**	**224.150**	**149.953**	**3.053**	**54.031**	**207.037**	**17.113**
- Rohbraunkohle	TJ	156.976	138.673	0	18.303	156.976	0
> Revier Lausitz	TJ		*88.405*		*0*	*88.405*	
> Revier Mitteldeutschland	TJ		*50.268*		*18.303*	*68.571*	
- Braunkohlenbriketts	TJ	306	306	0	0	306	0
> Revier Lausitz	TJ		*72*		*0*	*72*	
> Revier Mitteldeutschland	TJ		*234*		*0*	*234*	
- Staub-/Trockenkohle	TJ	2.677	2.677	0	0	2.677	0
> Revier Lausitz	TJ		*0*		*0*	*0*	
> Revier Mitteldeutschland	TJ		*2.677*		*0*	*2.677*	
- Braunkohlenkoks	TJ	2.520	2.462	0	58	2.520	0
> BTT-Koks	TJ		*2.462*		*58*	*2.520*	
> BHT-Koks	TJ		*0*		*0*	*0*	
- Steinkohle	TJ	348	348	0	0	348	0
- Steinkohlenkoks	TJ	60	0	0	0	0	60
- Steinkohlenbriketts	TJ	0	0	0	0	0	0
- Brennholz	TJ	0	0	0	0	0	0
- Heizöl, leicht	TJ	0	0	0	0	0	0
- Heizöl, schwer	TJ	5.438	109	0	2.520	2.629	2.809
- Dieselkraftstoff	TJ	0	0	0	0	0	0
- Erdgas	TJ	10.459	0	1.526	8.933	10.459	0
> importiertes Erdgas	TJ		*0*		*8.933*	*8.933*	
> Inlanderdgas	TJ		*0*		*0*	*0*	
- Fluessiggas	TJ	644	0	0	0	0	644
- Klärgas	TJ	0	0	0	0	0	0
- Sonstiges Gase	TJ	28.311	2.868	1.527	12.599	16.994	11.317
> Brenngas	TJ	9.598	0	1.527	0	1.527	8.071
> Kokerei-/Stadtgas		2.868	2.868	0	0	2.868	0
> Raffineriegas		15.845	0	0	12.599	12.599	3.246
- Gichtgas	TJ	0	0	0	0	0	0
- Sonderbrennstoff	TJ	16.410	2.509	0	11.619	14.128	2.282
> Andere Mineraloelprodukte	TJ	13.901	0	0	11.619	11.619	2.282
> Braunkohlenteer		0	0	0	0	0	0
> Industriemüll		2.509	2.509	0	0	2.509	0

Tabelle 142: Endenergieverbrauch übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe: Prozessfeuerung (EBZ 73) (Neue Bundesländer 1990)

Endenergieverbrauch verarbeitendes Gewerbe 1990	Dimension	**Korrigierte EBZ 73**	Herstellung von Calcium-carbid (Prozess-feuerung)	Herstellung von Eisen-, Stahl- und Temperguß (Prozess-feuerung)	Herstellung von Glas (Prozess-feuerung)	Herstellung von Grob-keramik (Prozess-feuerung)	Herstellung von Kalk (Prozess-feuerung)	Herstellung von Nichteisen-Schwe-rmetalle (Prozess-feuerung)	Herstellung von Roheisen (Prozess-feuerung)	Herstellung von Siemens-Martin-Stahl (Prozess-feuerung)	Herstellung von Sinter (Prozess-feuerung)	Herstellung von Walzstahl (Prozess-feuerung)	Herstellung von Zement (Prozess-feuerung)	Herstellung von Zucker (Prozess-feuerung)	Zwischen-summe Prozess-feuerung (ohne Carbid)
				2-9	10-16	17-25	26-37	38-43+80	44-48	49-52	53-55	56-58+81	59-71	72-79	
Industriewärmeerzeugung	**TJ**														
Brennstoff für Endenergie	**TJ**	**547.693**		**2.981**	**6.240**	**7.569**	**7.560**	**6.155**	**25.732**	**12.932**	**5.340**	**6.660**	**26.248**	**4.633**	**112.050**
- Rohbraunkohle	TJ	169.921		0	401	2.225	0	0	0	0	0	0	0	0	2.626
> Revier Lausitz	TJ			*0*	*241*	*890*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*1.130*
> Revier Mitteldeutschland	TJ			*0*	*160*	*1.335*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*1.495*
- Braunkohlenbriketts	TJ	74.324		0	23	3.300	0	1.102	0	0	0	0	0	0	4.425
> Revier Lausitz	TJ														
> Revier Mitteldeutschland	TJ														
- Staub-/Trockenkohle	TJ	27.266		0	0	0	0	365	0	0	0	0	14.836	0	15.201
> Revier Lausitz	TJ														
> Revier Mitteldeutschland	TJ														
- Braunkohlenkoks	TJ	22.149		0	0	0	2.100	0	0	0	3.348	0	0	0	5.448
> BTT-Koks	TJ														
> BHT-Koks	TJ														
- Steinkohle	TJ	37.442		0	0	22	0	0	0	0	197	0	7.418	3.682	11.318
- Steinkohlenkoks	TJ	32.260		2.510	0	18	5.250	3.645	16.851	0	1.795	0	0	951	31.021
- Steinkohlenbriketts	TJ	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Brennholz	TJ	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Heizöl, leicht	TJ	2.402		0	141	71	0	0	0	0	0	0	0	0	212
- Heizöl, schwer	TJ	23.070		0	0	0	0	324	3.032	3.816	0	740	0	0	7.912
- Dieselkraftstoff	TJ	10		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Erdgas	TJ	107.410		471	4.332	1.658	210	720	835	8.904	0	4.810	3.994	0	25.934
> importiertes Erdgas	TJ														*0*
> Inlanderdgas	TJ														*0*
- Fluessiggas	TJ	2.395		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Klärgas	TJ	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Sonstiges Gase	TJ	28.956		0	1.342	276	0	0	0	212	0	1.110	0	0	2.940
> Brenngas	TJ	2.803		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> Kokerei-/Stadtgas		24.762		0	1.342	276	0	0	0	212	0	1.110	0	0	2.940
> Raffineriegas		1.392		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Gichtgas	TJ	11.417		0	0	0	0	0	5.013	0	0	0	0	0	5.013
- Sonderbrennstoff	TJ	8.674		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> Andere Mineraloelprodukte	TJ	301		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> Braunkohlenteer		511		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> Industriemüll		7.862		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 143: Endenergieverbrauch übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe: Industriewärme aus Kraftwerken und Heizkesseln (EBZ 73) (Neue Bundesländer 1990)

	Dimension	Korrigierte EBZ 73	Zwischen-summe Prozess-feuerung (ohne Carbid)	Wärmeerzeu-gung in GFA der öff. Wärme-kraftwerke	Wärmeerzeu-gung in GFA der Grubenkraftwerke (ohne Wä. f. Brikettfab.)	Wärmeerzeu-gung in GFA aus IKW des VGew u. uebr. Bergbaus	Wärmeerzeu-gung in TA Luft aus IKW des VGew u. uebr. Bergbaus	Wärmeer-zeugung Industrie-Kessel des Vgew	davon Wärmeer-zeugung in GFA (Industrie-Kessel) des Vgew	davon Wärmeer-zeugung in TA Luft (Industrie-Kessel) des VGew	übrige Prozess-feuerungen
Industriewärmeerzeugung	**TJ**			**3.611**	**10.335**	**100.426**	**10.291**				
Brennstoff für Endenergie	**TJ**	**547.693**	**112.050**	**4.380**	**13.112**	**126.687**	**13.856**	**160.370**	**62.305**	**98.065**	**117.238**
- Rohbraunkohle	TJ	169.921	2.626	4.122	12.126	60.263	6.892	76.000	29.527	46.473	7.892
> Revier Lausitz	TJ		*1.130*	*1.759*	*7.730*	*10.294*	*1.743*	*30.400*	*11.811*	*18.589*	*3.398*
> Revier Mitteldeutschland	TJ		*1.495*	*2.364*	*4.395*	*49.969*	*5.149*	*45.600*	*17.716*	*27.884*	*4.494*
- Braunkohlenbriketts	TJ	74.324	4.425	0	27	8.084	3.640	40.000	15.540	24.460	18.148
> Revier Lausitz	TJ			*0*	*6*	*3.328*	*2.021*	*16.000*	*6.216*	*9.784*	
> Revier Mitteldeutschland	TJ			*0*	*20*	*4.756*	*1.619*	*24.000*	*9.324*	*14.676*	
- Staub-/Trockenkohle	TJ	27.266	15.201	0	234	0	0	3.500	1.360	2.140	8.331
> Revier Lausitz	TJ			*0*	*0*	*0*	*0*	*1.400*	*544*	*856*	
> Revier Mitteldeutschland	TJ			*0*	*234*	*0*	*0*	*2.100*	*816*	*1.284*	
- Braunkohlenkoks	TJ	22.149	5.448	0	215	6.199	944	3.500	1.360	2.140	5.843
> BTT-Koks	TJ			*0*	*215*	*6.199*	*944*				
> BHT-Koks	TJ			*0*	*0*	*0*	*0*				
- Steinkohle	TJ	37.442	11.318	0	30	10.353	951	13.500	5.245	8.255	1.289
- Steinkohlenkoks	TJ	32.260	31.021	0	0	0	0		0	0	1.239
- Steinkohlenbriketts	TJ	0	0	0	0	0	0		0	0	0
- Brennholz	TJ	0	0	0	0	0	0		0	0	0
- Heizöl, leicht	TJ	2.402	212	0	0	0	0		0	0	2.190
- Heizöl, schwer	TJ	23.070	7.912	113	10	9.070	303	2.000	777	1.223	3.662
- Dieselkraftstoff	TJ	10	0	0	0	0	0		0	0	10
- Erdgas	TJ	107.410	25.934	145	0	26.000	606	11.000	4.274	6.726	43.724
> importiertes Erdgas	TJ		*0*	*2*	*0*	*12.887*	*0*				
> Inlanderdgas	TJ		*0*	*143*	*0*	*13.113*	*606*				
- Fluessiggas	TJ	2.395	0	0	0	0	0		0	0	2.395
- Klärgas	TJ	0	0	0	0	0	0		0	0	0
- Sonstiges Gase	TJ	28.956	2.940	0	251	1.988	0	7.000	2.720	4.280	16.778
> Brenngas	TJ	2.803	0	0	0	1.988	0		0	0	815
> Kokerei-/Stadtgas		24.762	2.940	0	251	0	0	7.000	2.720	4.280	14.571
> Raffineriegas		1.392	0	0	0	0	0		0	0	1.392
- Gichtgas	TJ	11.417	5.013	0	0	1.479	0		0	0	4.924
- Sonderbrennstoff	TJ	8.674	0	0	219	3.252	521	3.870	1.503	2.366	812
> Andere Mineraloelprodukte	TJ	301	0	0	0	0	0		0	0	301
> Braunkohlenteer		511	0	0	0	0	0		0	0	511
> Industriemüll		7.862	0	0	219	3.252	521	3.870	1.503	2.366	0

14.1.1.4 Überarbeitung der Aktivitätsraten für die Jahre 1991 bis 1994

Die Überarbeitung der Daten für die neuen Bundesländer für 1990 machte es erforderlich, auch die Aktivitätsraten in den Folgejahren bis 1994 zu überarbeiten.

Ein bottom-up-Verfahren auf der Grundlage detaillierter Primärdaten wie im Jahr 1990 ist für diese Jahre jedoch nicht in gleicher Qualität möglich. So liegen zum Beispiel die kraftwerksbezogenen Daten in der detaillierten Ausgestaltung letztmalig für das Jahr 1990 vor.

14.1.1.4.1 Methode (Aktivitätsraten 1991-1994)

Den Anforderungen an die Zeitreihenkonsistenz wird insofern Rechnung getragen, als dass auf konsistente Datenquellen (z. B. Statistische Jahrbücher, Energiebilanzen, bereits vorliegende Auswertung des UBA) zugegriffen wird und für die Folgejahre kongruente Berechnungsmethoden herangezogen und einheitliche Verrechnungsschlüssel angewendet werden.

Die Ermittlung und Zuordnung der Brennstoffe in den Jahren 1991 bis 1994 zu den jeweiligen Verbrennungseinsätzen beruht auf einem mehrstufigen Verfahren:

1. Auf der Basis der "Jahresberichte zur Entwicklung der Braunkohle in den neuen Bundesländern" von 1991 bis 1994 (BMWA o.J.) und zu Kontrollzwecke für bereits im ZSE enthaltene Werte werden Daten zur Braunkohlenförderung nach einerseits Revieren und andererseits dem Einsatz der Braunkohle für die Veredelung sowie für Kesselanlagen und Feuerungen nach Verbraucherbereichen ermittelt.
2. Darüber hinaus wird der Brennstoffwärmebedarf für die Brikett- und Braunkohlenstaubproduktion (Trocknungswärme) nach den Revieren Lausitz und Mitteldeutschland ermittelt.
3. Ferner wird der Endenergieverbrauch der bereits für das Basisjahr identifizierten, energieintensiven Prozesse unter Zuhilfenahme der Statistischen Jahrbücher und den Daten einer unveröffentlichten Fachserie auch für die Jahre 1991 bis 1994 ermittelt.
4. Das Ermitteln des weiteren Brennstoffverbrauches beruht auf Berechnungen.

So wird der anhand obiger Quellen nachgewiesene Brennstoffverbrauch für die Industrieprozesse von den in den Energiebilanzen der Jahre 1991 bis 1994 dargestellten Gesamtwerten für die jeweiligen Brennstoffe in der EBZ 73 abgezogen.

Die in den einzelnen Jahren verbleibende Differenz zwischen dem für diese Prozesse identifizierten Brennstoffverbrauch und den für die einzelnen Brennstoffe in gesamter Höhe ausgewiesenen Werten in der jeweiligen Energiebilanz wird anteilig auf die verbleibenden Zeitreihen aufgeteilt. Für diese Restgröße und ebenso für alle anderen Brennstoffeinsätze in Kraftwerken, Heiz- und weiteren Industriekesseln gilt der folgende Berechnungsmodus:

- Als Referenzwerte für eine Aufteilung der eingesetzten Brennstoffe in stationären Verbrennungsanlagen in den Jahren 1991 bis 1994 dienen die neuen Zeitreihendaten zu 1990 in der Zuordnung zu den EBZ 13-15, 18, 45 sowie 73.
- Entsprechend der anteiligen Zuordnung des Wertes der einzelnen Brennstoffe in der EBZ 1990 erfolgte die Zuordnung der Werte der einzelnen Brennstoffe in den Energiebilanzen der Jahre 1991 -1994 mit gleichem Anteil.

- Von der anteiligen Verrechnung wurde dann abgewichen, wenn in den Energiebilanzen 1991 bis 1994 ein Brennstoffverbrauch in den Energiebilanzzeilen ausgewiesen ist, aber der entsprechende Brennstoffeinsatz in der Energiebilanzrevision 1990 Null ist (Multiplikation mit Null). Hier wurde stattdessen der in der jeweiligen Energiebilanzzelle der Jahre 1991 bis 1994 dargestellte Brennstoffverbrauch übernommen. Damit wurde gewährleistet, dass alle in den Energiebilanzen der Folgejahre ausgewiesenen Brennstoffe berücksichtigt sind.

14.1.1.5 Ergebnisse (Aktivitätsraten 1991-1994)

14.1.1.5.1 Braunkohlen

Wie für das Jahr 1990 musste der Braunkohlenverbrauch nach Revieren unterteilt ermittelt werden. Die Tabelle 144 gibt einen Überblick über die Braunkohlenförderung nach Revieren und den Einsatz der Braunkohle für die Veredelung sowie für Kesselanlagen und Feuerungen nach Verbraucherbereichen. Die Daten wurden zur Kontrolle auf den Gesamtverbrauch umgerechnet und mit dem bisher im ZSE ausgewiesenen Gesamtverbrauch an Braunkohle verglichen.

Mit einem nach Regionen unterteilten durchschnittlichen Heizwert reflektiert der in der Tabelle 144 dargestellte Einsatz in Braunkohlefabriken in der Lausitz und Mitteldeutschland für die Brikettierkohle plus der Verbrauch für die Trocknungswärme (siehe Tabelle 145) die Werte in der EBZ 12 in den jeweiligen Energiebilanzen. Der Einsatz in den Kraftwerken der Braunkohlenindustrie beider Reviere entspricht den Werten für die Grubenkraftwerke in der EBZ 14 der Energiebilanzen 1991 bis 1994.

Tabelle 144: Braunkohleförderung nach Förderrevieren

		1990	1991	1992	1993	1994
Braunkohlenförderung	kt	248.900	167.700	129.400	115.600	101.800
Lausitz	kt	168.000	116.800	93.100	87.400	79.400
Mitteldeutschland	kt	80.900	50.900	36.300	28.200	22.400
Bestandsentnahme inkl. Saldo Einfuhr/Ausfuhr	**kt**	**4.338**	**3.704**	**2.908**	**2.162**	**797**
Braunkohlenförderung & Bestandsentnahme (aufgeteilt auf Reviere nach Fördermengen)						
Lausitz	kt	170.928	119.380	95.192	89.035	80.022
Mitteldeutschland	kt	82.310	52.024	37.116	28.727	22.575
Braunkohlenverbrauch	**kt**	**253.238**	**171.404**	**132.308**	**117.762**	**102.597**
Braunkohlenverbrauch in Revieren						
Verbrauch Lausitz in ...	**kt**	**170.928**	**119.380**	**95.192**	**89.035**	**80.022**
Brikettfabriken (Brikettierkohle)	kt	45.644	25.960	14.677	11.974	9.497
Kraftwerken der Braunkohlenindustrie der Lausitz	kt	23.533	17.240	10.431	9.119	7.556
Kraftwerken der VEAG	kt	80.020	62.500	60.800	60.548	57.488
Sonstigen Kraftwerken	kt	9.008	5.686	3.552	3.035	2.757
Industriekesseln	kt	7.415	5.641	4.005	3.269	2.106
Absatz in Bevölkerung und Kleinverbrauch	kt	5.308	2.352	1.728	1.089	618
Verbrauch Mitteldeutschland in ...	**kt**	**82.310**	**52.024**	**37.116**	**28.727**	**22.575**
Brikettfabriken (Brikettierkohle)	kt	29.506	12.058	7.034	5.075	2.864
Kraftwerken der Braunkohlenindustrie in Mitteldeutschland	kt	8.570	7.342	6.301	5.438	4.898
Kraftwerken der VEAG	kt	15.880	12.700	10.128	8.639	8.025
Sonstigen Kraftwerken	kt	16.354	11.908	8.151	5.826	4.314
Industriekessel	kt	9.444	6.989	4.830	3.397	2.300
Absatz in Bevölkerung und Kleinverbrauch	kt	2.556	1.027	672	352	174

Quelle: Jahresberichte der Jahre 1991 bis 1994 zur Entwicklung der Braunkohle in den neuen Bundesländern, Bundesministerium für Wirtschaft (BMWA, o.J.).

Den Brennstoffbedarf für die Trocknung der Brikett- und Staubproduktion nach den Revieren Lausitz und Mitteldeutschland zeigt folgende Übersicht in Tabelle 145.

Tabelle 145: Brennstoffbedarf für die Trocknung der Brikett- und Staubproduktion nach Revieren

		1990	1991	1992	1993	1994
Brikettproduktion*	**kt**	**37.648**	**18.198**	**9.746**	**7.716**	**5.026**
Lausitz	kt	22.200	12.200	6.500	5.300	3.900
Mitteldeutschland	kt	15.448	5.998	3.246	2.416	1.126
Staub- und Trockenkohle*	**kt**	**1.817**	**1.641**	**1.590**	**1.166**	**1.378**
Lausitz	kt	981	985	954	781	923
Mitteldeutschland	kt	836	656	636	385	455
Gesamtproduktion	**kt**	**39.465**	**19.839**	**11.336**	**8.882**	**6.404**
Spezifischer Wärmebedarf für Trocknung	GJ/t	2,995	2,95	2,95	2,95	2,95
Wärmebedarf für Trocknung	**TJ**	**118.198**	**58.525**	**33.441**	**26.202**	**18.892**
Kesselwirkungsgrad	%	78,82	79	79	79	79
Brennstoffbedarf	**TJ**	**149.953**	**74.082**	**42.331**	**33.167**	**23.914**

* Quelle: Energiebilanzen 1990 bis 1994 sowie Jahresberichte der Jahre 1991 bis 1994 zur Entwicklung der Braunkohle in den neuen Bundesländern, Bundesministerium für Wirtschaft (BMWA, o.J.).

Da im Jahr 1990 noch alle Brikettfabriken in Betrieb blieben, führte der Produktionsrückgang zu einer Reduzierung der Trocknerauslastung und damit zu einem Anstieg des spezifischen Wärmeverbrauchs. Die reduzierte Auslastung der Brikettfabriken hatte gleichzeitig eine Erhöhung des Brikettierfaktors zur Folge.

In den Jahren ab 1991 wurden in zunehmendem Maße Brikettfabriken stillgelegt. Die weiter in Betrieb verbliebenen Anlagen waren aber trotzdem nicht mehr ausgelastet, so dass der spezifische Wärmeverbrauch zur Kohletrocknung etwa die Größenordnung von 2,95 GJ/tBB über die Jahre 1991 - 1994 beibehielt.

Die Trocknungswärme wurde überwiegend in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen der Kraftwerke der Braunkohlenindustrie hergestellt. Mit dem Rückgang des absoluten Wärmebedarfs in den Brikettfabriken, der gleichzeitig auch mit einem Rückgang des Strombedarfs verbunden war, ging auch die Auslastung der Kraftwerke deutlich zurück.

Für die Jahre 1991 - 1994 wird für den Trocknungswärmeverbrauch in den Brikettfabriken nach Berücksichtigung der Stilllegungstermine (BMWA, o.J.: 91-939) ein spezifischer Wärmebedarf von etwa 2,95 GJ/tBB und ein mittlerer Kesselwirkungsgrad der Kraftwerke der Braunkohlenindustrie von etwa 79 % zur Ermittlung des Brennstoffverbrauchs für die Bereitstellung der Trocknungswärme unterstellt.

14.1.1.5.2 Energieintensive Industrieprozesse

Die folgenden Übersichten (Tabelle 146 bis Tabelle 153) verdeutlichen die Entwicklung des Brennstoffverbrauchs in verschiedenen energieintensiven Industrieprozessen. Als primäre Quelle für die Produktionszahlen der Jahre 1991 und 1992 dient das Statistische Jahrbuch 1993. Die Produktionszahlen für die Jahre 1993 und 1994 sind der unveröffentlichten Sonderauswertung des Statistischen Bundesamtes für 1993/1994 entnommen.

Zur Ermittlung des Verbrauches an Brennstoffen in den ausgewählten Industrieprozessen werden die strukturelle Veränderung der Brennstoffeinsätze entsprechend den Änderungen der Energiebilanz sowie die teilweise Verbesserung der spezifischen Kennziffern im Laufe

der Jahre 1991 bis 1994 berücksichtigt. So wurde beispielsweise ab dem Jahr 1993/94 kein Kokerei/Stadtgas mehr verwendet. Als Substitut wurde hier Erdgas unterstellt.

Tabelle 146: Walzstahl

		1990	1991	1992	1993	1994
Produktion*	**Kt**	**3.700**	**2.700**	**2.300**	**2.000**	**2.300**
spez. Energieverbrauch** (ohne Strom und Wärme)	***TJ/kt***	***1,8***	***1,8***	***1,8***	***1,8***	***1,8***
Erdgas	TJ/kt	1,3	1,5	1,6	1,6	1,7
Kokerei-/Stadtgas	TJ/kt	0,3	0,2	0,1	0,1	0
Heizöl, schwer	TJ/kt	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Absoluter Energieverbrauch						
Erdgas	TJ	4.810	4.050	3.680	3.200	3.910
Kokerei-/Stadtgas	TJ	1.110	540	230	200	0
Heizöl, schwer	TJ	740	270	230	200	230
Summe	**TJ**	**6.660**	**4.860**	**4.140**	**3.600**	**4.140**

* Quelle: http://www.stahl-online.de/wirtschafts_und_Politik/stahl_in_zahlen/2005/Stahlerzeugung_in_OstDE.jpg

** Anmerkung für die Kenngröße spezifischer Energiebrauch in allen hier abgebildeten Industrieprozessen: Aufgrund der vorgegebenen Systematik, den Stromverbrauch in den EBZ 13-15 zu berücksichtigen, sowie die bereitgestellte Wärme aus den Kraftwerken für die Industrieprozesse ebenfalls gesondert zu erfassen, umfasst der spezifische Energieverbrauch hier lediglich den Verbrauch an Brennstoffen ohne Elektroenergie und Wärme.

Tabelle 147: Roheisen

		1990	1991	1992	1993	1994
Produktion*	**kt**	**2.166**	**1.165**	**810**	**759**	**842**
spez. Energieverbrauch (ohne Strom und Wärme)	***TJ/kt***	***11,88***	***11,37***	***11,48***	***11,11***	***11,28***
Erdgas	TJ/kt	0,39	0,39	0,4	0,4	0,4
Gichtgas	TJ/kt	2,31	2,3	2,3	2,3	2,3
Heizöl, schwer	TJ/kt	1,4	1,4	2	2,2	2,3
Steinkohlenkoks**	TJ/kt	7,78	7,28	6,78	6,21	6,28
Absoluter Energieverbrauch						
Erdgas	TJ	845	454	324	304	337
Gichtgas	TJ	5.003	2.680	1.863	1.746	1.937
Heizöl, schwer	TJ	3.032	1.631	1.620	1.670	1.937
Steinkohlenkoks	TJ	16.851	8.481	5.492	4.713	5.288
Summe	**TJ**	**25.732**	**13.246**	**9.299**	**8.432**	**9.498**

* Quelle: Statistische Jahrbücher 1991 bis 1993 sowie Datenmaterial vom UBA (unveröffentlichte Sonderauswertung des Statistischen Bundesamtes für 1993/1994)

** Nach Verrechung mit Gichtgasäquivalent

Tabelle 148: Siemens-Martin-Stahl

		1990	1991	1992	1993	1994
Produktion*	**kt**	**2.120**	**780**	**550**	**550**	**0**
spez. Energieverbrauch (ohne Strom und Wärme)	***TJ/kt***	***6,1***	***6,1***	***6,1***	***6,1***	***0***
Erdgas	TJ/kt	4,2	4,2	4,2	4,2	0
Kokerei-/Stadtgas	TJ/kt	0,1	0,1	0,1	0,1	0
Heizöl, schwer	TJ/kt	1,8	1,8	1,8	1,8	0
Absoluter Energieverbrauch						
Erdgas	TJ	8.904	3.276	2.310	2.310	0
Kokerei-/Stadtgas	TJ	212	78	55	55	0
Heizöl, schwer	TJ	3.816	1.404	990	990	0
Summe	**TJ**	**12.932**	**4.758**	**3.355**	**3.355**	**0**

* Quelle: http://www.stahl-online.de/wirtschafts_und_Politik/stahl_in_zahlen/2005/Stahlerzeugung_in_OstDE.jpg

Tabelle 149: Zementklinker

		1990	1991	1992	1993	1994
Produktion*	**kt**	**5.706**	**1.948**	**3.726**	**3.876**	**4.897**
spez. Energieverbrauch (ohne Strom und Wärme)	***TJ/kt***	***4,6***	***3,9***	***3,8***	***3,8***	***3,8***
Andere Mineralölprodukte	TJ/kt		0,0	0,0	0,0	0,1
Heizöl, schwer	TJ/kt		0,5	0,5	0,5	0,5
Rohbraunkohle Mitteldeutschland	TJ/kt		0,6	0,3	0,0	0,0
Erdgas	TJ/kt	0,7	0,0	0,0	0,1	0,1
Steinkohle	TJ/kt	1,3	1,8	1,2	1,2	1,1
Staub-/Trockenkohle	TJ/kt	2,6	0,9	1,7	2,0	1,9
Absoluter Energieverbrauch						
Andere Mineralölprodukte	TJ		0	0	0	656
Heizöl, schwer	TJ		1.049	1.969	1.906	2.592
Rohbraunkohle Mitteldeutschland	TJ		1.188	1.287	0	0
Erdgas	TJ	3.994	91	91	214	277
Steinkohle	TJ	7.418	3.447	4.580	4.813	5.607
Staub-/Trockenkohle	TJ	14.836	1.822	6.232	7.796	9.477
Summe	**TJ**	**26.248**	**7.597**	**14.159**	**14.729**	**18.609**

* Quelle: Datenmaterial vom UBA (unveröffentlichte Sonderauswertung des Statistischen Bundesamtes für 1993/1994)

Tabelle 150: Gebrannter Kalk

		1990	1991	1992	1993	1994
Produktion*	**kt**	**2.100**	**599**	**650**	**780**	**1.132**
spez. Energieverbrauch (ohne Strom und Wärme)	***TJ/kt***	***3,6***	***3,6***	***3,5***	***3,5***	***3,5***
Erdgas	TJ/kt	0,1	0,4	0,4	0,7	1
Steinkohlenkoks	TJ/kt	2,5	3,1	3	2,7	2,3
Braunkohlenkoks	TJ/kt	1	0	0	0	0
Heizöl, schwer	TJ/kt	0	0,1	0,1	0,1	0,2
Absoluter Energieverbrauch						
Erdgas	TJ	210	240	260	546	1.132
Steinkohlenkoks	TJ	5.250	1.857	1.950	2.106	2.604
Braunkohlenkoks	TJ	2.100	0	0	0	0
Heizöl, schwer	TJ	0	60	65	78	226
Summe	**TJ**	**7.560**	**2.156**	**2.275**	**2.730**	**3.962**

* Quelle: Eigene Berechnung sowie Datenmaterial vom UBA (unveröffentlichte Sonderauswertung des Statistischen Bundesamtes für 1993/1994)

Tabelle 151: Zucker , Glas und Grobkeramik

Da dem IE Leipzig keine belastbareren Quellen und Statistiken vorlagen, bleiben die vom UBA bisher berichteten Werte für 1990 bis 1994 unverändert.

Tabelle 152: Eisen-, Stahl- und Temperguss

		1990	1991	1992	1993	1994
Produktion*	**kt**	**523**	**330**	**260**	**150**	**125**
spez. Energieverbrauch (ohne Strom und Wärme)	***TJ/kt***	***5,7***	***5,7***	***5,7***	***5,7***	***5,7***
Erdgas	TJ/kt	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Steinkohlenkoks	TJ/kt	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
Absoluter Energieverbrauch						
Erdgas	TJ	471	297	234	135	113
Steinkohlenkoks	TJ	2.510	1.584	1.248	720	600
Summe	**TJ**	**2.981**	**1.881**	**1.482**	**855**	**713**

* Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle 153: Nichteisen-Schwermetalle

		1990	1991	1992	1993	1994
Produktion*	**kt**	**108**	**35**	**30**	**20**	**10**
spez. Energieverbrauch (ohne Strom und Wärme)	***TJ/kt***	***57***	***46***	***43***	***53***	***52***
Erdgas	TJ/kt	6,67	15	15	15	15
Heizöl, schwer	TJ/kt	3	3	3	3	3
Steinkohlenkoks	TJ/kt	33,75	22	23	34	34
Staub-/Trockenkohle		3,38	0	0	0	0
Braunkohlenbrikett	TJ/kt	10,2	6	2	1	0
Absoluter Energieverbrauch						
Erdgas	TJ	720	520	450	300	150
Heizöl, schwer	TJ	324	105	90	60	30
Steinkohlenkoks		3.645	760	690	680	340
Staub-/Trockenkohle	TJ	365	0	0	0	0
Braunkohlenbrikett	TJ	1.102	210	60	20	0
Summe	**TJ**	**6.156**	**1.600**	**1.290**	**1.060**	**520**

* Quelle: Eigene Berechnungen

Aus der Anwendung des Berechnungsverfahrens für alle Strukturelemente ergibt sich, dass auf der nun verbesserten Datenbasis zu 1990 diese nun auch in den Folgejahren anteilig berücksichtigt werden. Darüber hinaus wurde dort von dem proportionalen Verrechnungsschlüssel abgewichen, wo bereits Primärdaten aus gesicherten Quellen ermittelt werden konnten.

Die Unsicherheiten wurden qualitativ bestimmt.

14.1.2 Energy Industries (1.A.1)

14.1.2.1 Methodische Aspekte der Ermittlung der Emissionsfaktoren (Kap. 3.1.1.2*)*

Dieser Teil des Anhangs erläutert die wesentlichen Schritte im Forschungsvorhaben RENTZ et al (2002) zur Bestimmung von Emissionsfaktoren; unter Ausschluss der CO_2-Emissionsfaktoren, deren Ermittlung dem Anhang 2 (Kapitel 13.7) zu entnehmen ist.

Die Ermittlung von Emissionsfaktoren erfordert eine detaillierte Analyse des Anlagenparks hinsichtlich der eingesetzten Technologien und des bauartspezifischen Emissionsverhaltens. Dabei werden drei übergeordnete Quellgruppen gebildet: Großfeuerungsanlagen, Feuerungsanlagen im Geltungsbereich der TA Luft sowie Gasturbinen. Der Anlagenbestand wird hinsichtlich der emissionsbestimmenden Eigenschaften klassifiziert und die zugehörigen Emissionsfaktoren bestimmt. Diese so genannten technikspezifischen Faktoren können dann in adäquater Weise aggregiert werden. Diese Datenbasis bildet weiterhin die Grundlage für eine Abschätzung künftiger Emissionen (Veränderung der Anteile der Anlagentypen am Anlagenpark). Aus dieser Vorgehensweise ergeben sich folgende Arbeitsschritte:

1. Charakterisierung des technikspezifischen Emissionsverhaltens der Feuerungsanlagen.
   In einem ersten Schritt werden die in Deutschland zum Einsatz kommenden Feuerungs- und Emissionsminderungstechniken kurz beschrieben und die emissionsbestimmenden Einflussfaktoren dargestellt. Ausgehend von dieser Charakterisierung werden für die verschiedenen Techniken, differenziert nach Größenklasse und Brennstofftyp, Emissionsfaktoren abgeleitet. Die gewählte Klassifikation orientiert sich dabei auch an den immissionsschutzrechtlichen Vorgaben, was eine Gegenüberstellung der abgeleiteten Emissionsfaktoren mit derzeit oder künftig geltenden Grenzwerten ermöglicht.
2. Analyse der Quellgruppenstruktur
   Die Emissionsberechnung erfordert Emissionsfaktoren, die den gleichen Bezug wie die zugehörigen Energieeinsatzdaten aufweisen. Letztere sind nach Quellgruppen gegliedert, die sich aus der nationalen Energiebilanz (vergleiche Kapitel 3.1) 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 36 dargestellt.

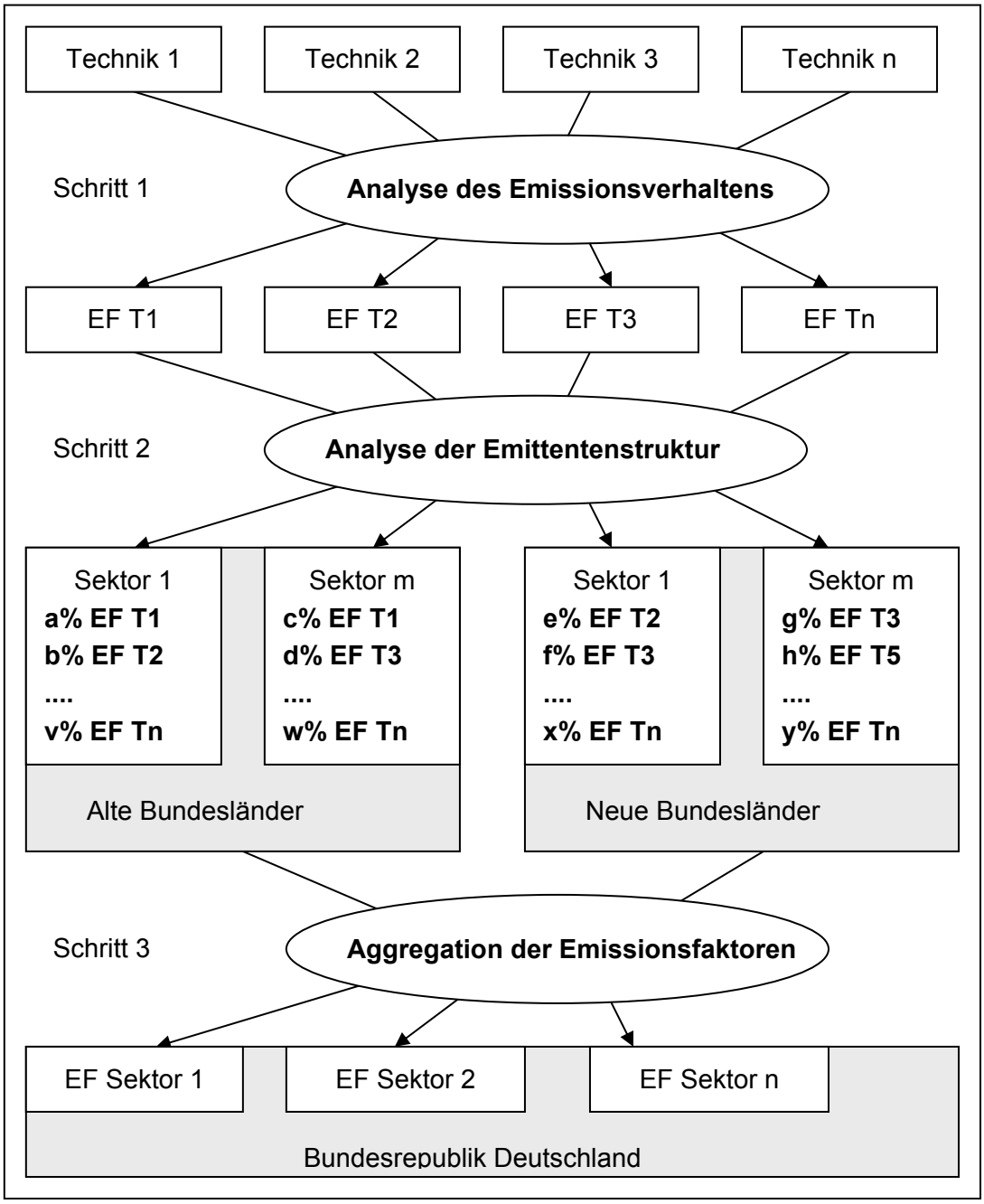


Abbildung 36: Methodik der Emissionsfaktorenberechnung

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 Schadstoffe 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 % charakterisiert[79]. 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 154 fasst die berücksichtigten Anlagenarten nochmals nach 4. BImSchV-Nummer und Erklärungsart zusammen.

Tabelle 154: 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 Feuerungsanlagen	10 - < 50 MW für Erdgas 10 - < 50 MW außer Erdgas	K V
1 03 1	Feuerungsanlagen	> 1 MW andere Brennstoffe	V
Kennung	**Gasturbinenanlagen**		**Erklärungsart**
1 05 1	Gasturbinen Gasturbinen	≥ 50 MW für Erdgas ≥ 50 MW außer Erdgas	K V
1 05 2	Gasturbinen Gasturbinen	< 50 MW für Erdgas < 50 MW außer Erdgas	K V

Bei den Analysen werden die Emissionsdaten nach Feuerungstechnik differenziert. Hierfür gibt Tabelle 155 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.

79 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 155: 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

14.1.2.2 Methodik zur Bestimmung der Unsicherheiten der Emissionsfaktoren

Dieser Teil des Anhangs erläutert die wesentlichen Schritte im Forschungsvorhaben RENTZ et al (2002) zur Bestimmung der Unsicherheit von Emissionsfaktoren (ausgenommen CO_2-Emissionsfaktoren).

Im Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen (DIN, 1995: DIN 1319) wird folgende systematische Vorgehensweise empfohlen, wenn die Anzahl der Beobachtungen nicht ausreicht, um über Mittelwertbildung und die Bestimmung der Standardabweichung zu einem aussagefähigen Ergebnis zu kommen:

Auf der Basis der verfügbaren Information werden Schranken (obere und untere Grenze a_+ bzw. a_-) für den zu ermittelnden Wert X_i bestimmt. Liegen keine speziellen Kenntnisse zu möglichen Werten von X_i innerhalb dieses Bereichs vor, so muss davon ausgegangen werden, dass etwa die gleiche Wahrscheinlichkeit besteht, was einer Gleich- bzw. Rechteckverteilung möglicher Werte entspricht. Dann liegt der Erwartungswert x_i in der Mitte des geschätzten Bereichs. Für die zugehörige Varianz gilt:

$$u^2(x_i) = (a_+ - a_-)^2 / 12 \qquad (A1)$$

Physikalisch realistischer ist es häufig, dass Werte um den Mittelpunkt des Bereichs eine höhere Wahrscheinlichkeit aufweisen, als Werte in der Nähe der Schranken. Damit gelangt man zur Annahme einer symmetrischen Trapezverteilung mit einer unteren Grundlinie der Länge a+ - a- (= 2a) und einer oberen Grundlinie der Länge 2aβ mit 0 < β < 1. Für β = 0 ergibt sich eine Dreieckverteilung. Für die zugehörige Varianz gilt:

$$u^2(x_i) = a^2 (1 + \beta^2) / 6$$

Die geschätzte Standardabweichung u berechnet sich entsprechend als die positive Quadratwurzel von u^2.

Eine Grobschätzung der Standardabweichung von angenähert normalverteilten Werten kann auch über den Interdezilbereich durchgeführt werden (Sachs 1992). Annähernd gilt:

$$u \approx 0{,}39\ (DZ_9 - DZ_1), \qquad \text{(A2)}$$

wobei DZ_9 und DZ_1 für das 90- bzw. 10-Perzentil stehen.

Die IPCC-Richtlinien empfehlen zur Angabe der Unsicherheit den 95%-Vertrauensbereich, der mit dem 2-fachen Wert der Standardabweichung angenähert werden kann. Um zur Angabe eines relativen Fehlers zu kommen, ermittelt man den Anteil von 2u am Wert X_i. Bei einer multiplikativen Verknüpfung von mit Unsicherheiten behafteten Größen, die unabhängig voneinander sind, berechnet sich die *kombinierte Standardabweichung* als die positive Quadratwurzel der Summe der Varianzen. Diese Näherung gilt gemäß IPCC-GPG (2000), solange die relative Standardabweichung einer Komponente den Wert von 30 % nicht überschreitet.

$$u_{gesamt} = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + \ldots + u_n^2} \qquad \text{(A3)}$$

Quantifizierung der Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen

Für die Ableitung der Emissionsfaktoren stehen für Deutschland je nach Schadstoff und Quellgruppe jeweils unterschiedlich umfangreiche Daten zur Verfügung, auf deren Basis die damit verknüpften Unsicherheiten ermittelt werden können. Die Einordnung erfolgt entsprechend den im Bericht gebildeten Obergruppen Großfeuerungen, TA Luft Feuerungen und Gasturbinen. Dabei wird zunächst die Unsicherheit der technikspezifischen Faktoren bewertet. Weiterhin ist die Unsicherheit zu berücksichtigen, die aus der Aggregation dieser Faktoren für die verschiedenen Quellgruppen resultiert, anhand derer die Emissionsberechnung erfolgt. Schließlich muss die Unsicherheit bei der Fortschreibung der Emissionsfaktoren für die Jahre 2000 und 2010 berücksichtigt werden.

Die genannten Ansätze A1 und A2 zur Ermittlung der Standardabweichung bzw. von 2u wurde anhand von Beispielen überprüft, für die eine vergleichsweise große Anzahl von Einzeldaten vorliegt (30 – 70) und so die Standardabweichung der Stichprobe rechnerisch bestimmt werden kann.

Beispiel: NO_X-Emissionen aus Großfeuerungen (Braunkohle)

a) Neue Bundesländer

Stichprobe: n = 77;

DZ_1: 68,4 g/GJ; Quartil 25%: 113,5 g/GJ; Median: 134 g/GJ; Mittelwert: 135,6 g/GJ;

Quartil 75%: 154,5 g/GJ; DZ_9: 187,7 g/GJ.

Berechnete Standardabweichung u = 45,3 g/GJ (relativer Fehler 67,6 %)

Schätzung von u nach A1: 46,9 g/GJ (69,9 %)

Schätzung von u nach A2: 46,4 g/GJ (69,2 %)

b) Alte Bundesländer

Stichprobe: n = 30;

DZ_1: 67,5 g/GJ; Quartil 25%: 70,6 g/GJ; Median: 74 g/GJ; Mittelwert: 72,6 g/GJ;

Quartil 75%: 75,9 g/GJ; DZ_9: 77,7 g/GJ.

Berechnete Standardabweichung u = 6,1 g/GJ (relativer Fehler 16,6 %)

Schätzung von u nach A1: 5,3 g/GJ (14,3 %)

Schätzung von u nach A2: 4 g/GJ (10,8 %)

Die untersuchten Beispiele haben gezeigt, dass gerade bei kleineren Stichproben die Schätzung über A1 eine bessere Übereinstimmung mit der berechneten Standardabweichung ergibt, als die Schätzung über A2. Als obere und untere Grenze wurden dabei die Quantile bei 5 % und bei 95 % eingesetzt. Bei noch kleineren Stichproben ergeben sich bei der herkömmlichen Berechnung höhere Werte für die Standardabweichung. Im Gegensatz zur Beurteilung der Richtigkeit einer Messung geht es bei der Ermittlung von Emissionsfaktoren vielmehr um eine Bewertung der Robustheit des Ergebnisses. Bei der tatsächlichen Emissionsberechnung tritt teilweise eine Kompensation auf durch das gleichzeitige Über- und Unterschätzen innerhalb der Gesamtheit der Quellen. So ist bei dem aufgeführten Beispiel a) eine weite Streuung der einzelnen Faktoren zu beobachten, die Anteile der höheren Emissionsfaktoren an den Aktivitäten sind jedoch geringer. Betrachtet man die Stichprobe als vollständige Erhebung, so resultiert für die beobachtete Emission ein Faktor von 119 g/GJ, was einer Abweichung vom Median von 15 g/GJ entspricht.

Um die Robustheit der Emissionsberechnung zu charakterisieren, führt die Berücksichtigung der gesamten Bandbreite der Faktoren voraussichtlich zu einer Überbewertung der tatsächlichen Unsicherheit. Zur Schätzung der oberen und unteren Bereichsgrenze werden daher das obere und untere Quartil verwendet. Im Falle von Beispiel a) resultiert daraus ein relativer Fehler von 18 %. Dies entspricht auch der Größenordnung, die in anderen Untersuchungen für die Unsicherheit von NO_X-Emissionsfaktoren aus der Energieumwandlung abgeschätzt wurden.

Zur Evaluierung der Unsicherheit der vorgeschlagenen Emissionsfaktoren wird auf der Basis der erhobenen Einzeldaten das obere (a_+) und das untere Quartil (a_-) bestimmt und nach Gleichung (A1) die Standardabweichung u abgeschätzt. Die relative Unsicherheit berechnet sich entsprechend als $2u/X_i$. Diese Vorgehensweise wird zunächst für die Bestimmung der Unsicherheiten der technikspezifischen Faktoren gewählt. Anschließend werden sie mit jener Unsicherheit verknüpft, die sich aus der Aggregation zu quellgruppenspezifischen Faktoren ergibt.

Bei der Aggregation der technikspezifischen Faktoren zu quellgruppenspezifischen Faktoren werden die erstgenannten nach ihrem Anteil an der Quellgruppenstruktur gewichtet und addiert. Vereinfachend wird auch bei der Verknüpfung der relativen Fehler eine solche Gewichtung vorgenommen.

14.1.2.3 Methan-Emissionsfaktoren im Forschungsvorhaben RENTZ et al, 2002

Die folgende Tabelle 156 fasst die Emissionsfaktoren der Tabellen 3, 4 und 5 des Anhangs E des Forschungsvorhabens RENTZ et al (2002) zusammen:

Tabelle 156: 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

14.1.2.4 CO_2-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 CO_2-Emissionen aus der Abgasentschwefelung (REA) ermittelt (siehe 4.1.3). 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):

$$CaCO_3 + SO_2 + 1/2O_2 + 2H_2O \Longrightarrow CaSO_4.2H_2O + CO_2$$

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. Die Rechenschritte zur Ermittlung der tatsächlichen Kalksteineinsatzmengen aus diesen Angaben haben wir verbessert und anschließend die Kalksteineinsatzmengen für die Jahre 1990 bis 2006 rekalkuliert. 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 2006; für das Jahr 2007 haben wir als vorläufigen

Eingangswert für die Berechnung das Gipsaufkommen von 2006 fortgeschrieben. Die CO_2-Emissionen weichen infolge der Neuberechnung von den im NIR 2008 berichteten Werten ab.

Tabelle 157: 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**		
CO_2 aus REA der öffentlichen Kraftwerke	1.135	1.069	1.094	1.156	1.162	1.142	1.076	1.073		

Quelle: in 2008 aktualisierte Berechnung auf der Grundlage des Projektes Kalksteinbilanz (UBA 2006, FKZ 20541217/02)

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 %.

14.1.3 Transport (1.A.3)

14.1.3.1 Transport - Ziviler Luftverkehr (1.A.3.a)

14.1.3.2 Ableitung der Aktivitätsraten zum Straßenverkehr (1.A.3.b)

14.1.3.2.1 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 158 dargestellt.

Tabelle 158: Energiebilanzen 1990-2005

Jahr	Land	Zeile	Ottokraftstoff	Petroleum	Dieselkraftstoff	Flüssiggas	Bio-Kraftstoffe
Energieeinsatz im Straßenverkehr gemäß Energiebilanzen 1990-2004 (Stand: 08/2008) in TJ							
1990	ABL	75	1.159.942	0	657.443	138	0
1990	NBL	75	170.537	0	78.477	0	0
1991	ABL	75	1.156.589	0	700.405	137	0
1991	NBL	75	175.696	0	84.769	0	0
1992	ABL	75	1.157.939	0	740.248	229	0
1992	NBL	75	186.190	0	113.254	0	0
1993	ABL	75	1.158.636	473	777.146	184	0
1993	NBL	75	191.981	0	130.641	0	0
1994	ABL	75	1.082.653	559	787.800	184	0
1994	NBL	75	193.984	0	144.260	0	0
1995	D	62	1.299.982	610	964.013	138	1.504
1996	D	62	1.299.879	638	964.580	115	2.046
1997	D	62	1.297.487	357	979.586	106	3.652
1998	D	62	1.300.463	637	1.022.794	106	4.081
1999	D	62	1.300.602	637	1.097.036	100	5.370
2000	D	62	1.237.055	600	1.108.105	94	12.276
2001	D	62	1.199.318	600	1.097.416	98	16.740
2002	D	62	1.166.381	600	1.105.842	607	20.460
2003	D	62	1.108.989	600	1.078.352	694	30.132
2004	D	62	1.072.720	600	1.110.931	1.887	39.060
Vorläufige Angaben gemäß Mineralölzahlen 2007 (fossil) und Amtliche Mineralöldaten 12/2007 (bio)							
2005	D	62	991.518	600	1.073.067	2.357	73.586
2006	D	62	929.086	600	1.077.729	4.605	106.343
2007	D	62	889.901	600	1.073.056	7.058	165.574
Quellen: Auswertetabellen der Energieblianzen, Mineralöl-Zahlen 2007 des Mineralölwirtschaftsverbandes MWV (MWV, 2008) und Amtliche Mineralöldaten.							

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 159).

Tabelle 159: Heizwerte für Otto- und Dieselkraftstoff

Jahr	Ottokraftstoff	Dieselkraftstoff
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 ≤ 3,5 t (Leichte Nutzfahrzeuge (LNF), Wohnmobile, motorisierte Zweiräder (MZR)) zur Kraftstoffanpassung an die Energiebilanz verwendet.
- Die Differenz zwischen dem korrigierten Dieselkraftstoff-Verbrauch der PKW sowie der sonstigen Fahrzeuge ≤ 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 160 fasst die verwendeten Anpassungsfaktoren zusammen.

Tabelle 160: 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	0,985	1,201
1996	D	0,988	0,990	1,181
1997	D	0,990	0,994	1,183
1998	D	0,988	0,992	1,244
1999	D	0,996	1,001	1,303
2000	D	0,971	0,982	1,325
2001	D	0,964	0,978	1,235
2002	D	0,962	0,980	1,184
2003	D	0,952	0,979	1,107
2004	D	0,969	1,001	1,038
2005	D	0,966	1,019	0,980
2006	D	0,952	1,019	0,924
2007	D	0,953	1,074	0,853

Anmerkungen: 1994 Korrekturfaktoren ABL und NBL wie in D gesamt

14.1.3.2.2 Zuordnung von Bio-Kraftstoffen, Petroleum und Flüssiggas auf die Strukturelemente

Bio-Kraftstoffe, Petroleum 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.

14.1.3.2.3 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.

14.1.3.3 Ableitung der Emissionsfaktoren

14.1.3.3.1 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 159) 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.

14.1.3.3.2 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 CO_2-Emissionsfaktor von Biodiesel wird mit 70,8 t/TJ angesetzt
- Der SO_2-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 161: 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_2O	PKW	SV PKWO KOIO	EBZ 62	kg/TJ	1,7
NH_3	PKW	SV PKWO KOIO	EBZ 62	kg/TJ	0,5
NMVOC	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

14.1.3.4 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.

14.2 Weitere detaillierte methodische Beschreibungen für die Quellkategorie Industrieprozesse (2)

14.2.1 Mineralische Produkte (2.A)

14.2.2 Chemische Industrie (2.B)

14.2.3 Metall Produktion (2.C)

14.2.4 Andere Produktion (2.D)

14.2.4.1 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.

14.2.4.1.1 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 CO_2 zu Branntkalk gebrannt, der dann wieder zur Kaustifizierung genutzt wird. Das aus dem eingesetzten $CaCO_3$ freigesetzte CO_2 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 CO_2-Emissionen (das bei der Herstellung des Branntkalks freigesetzte CO_2 ist bereits in den Angaben für die Kalkindustrie (CRF 2.A.2) enthalten).

Emissionen in die Atmosphäre entstehen bei diesem Verfahren außerdem am Laugen-Rückgewinnungskessel, bei der Rindenverbrennung, am Kalkofen, bei der Hackschnitzellagerung, am Zellstoffkocher, bei der Zellstoffwäsche, in der Bleichanlage, bei der Aufbereitung der Bleichchemikalien, beim Eindampfen, Sortieren und Waschen sowie bei der Aufbereitung des Kreislaufwassers und an verschiedenen Tanks. Dazu gehören ebenfalls diffuse Emissionen, die an verschiedenen Punkten des Prozesses entweichen, in der

Hauptsache am Laugen- Rückgewinnungskessel, am Kalkofen sowie an den Hilfskesseln. Hauptbestandteile der Emissionen sind Stickstoffoxide, schwefelhaltige Verbindungen, wie z.B. Schwefeldioxid, sowie übelriechende reduzierte Schwefelverbindungen.

Die beiden deutschen Sulfatzellstoff-Anlagen werden mit einer Nachverbrennung von übelriechenden Schwefelverbindungen und NO_X-mindernder Verbrennungstechnik im Rückgewinnungskessel betrieben (> 20 % NO_X-Reduktion, Angaben des Verbandes Deutscher Papierfabriken (VDP), September 2004).

Weitere emissionsmindernde Techniken werden in Deutschland bisher nicht angewendet:

- *Scrubber* nach dem Rückgewinnungskessel (> 85 % SO_2-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 SO_2 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 SO_2-Scrubber nach dem Rückgewinnungskessel (> 98 % SO_2-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 zerfasert 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 zerfasert 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.

14.2.4.1.2 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 CO_2;
- Minderung der NO_X-Emissionen aus Hilfskesseln durch Regelung der Feuerungsbedingungen sowie Einbau von Brennern mit geringen NO_X-Emissionen;
- Verminderung der SO_2-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 mitfesten 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 13 erläutert.

14.3 Weitere detaillierte methodische Beschreibungen für die Quellkategorie Lösemittel und andere Produktverwendung (3)

14.4 Weitere detaillierte methodische Beschreibungen für die Quellkategorie Landwirtschaft (4)

14.5 Weitere detaillierte methodische Beschreibungen für die Quell/Senkenkategorie Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (5)

14.5.1 Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (5.A)

Die C-Vorräte in der Biomasse der Wälder und deren Veränderung wurden erstmalig für das Treibhausgasinventar 1990-2003 im Auftrag des Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) von der Abteilung Biometrie und Informatik der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) aus den Daten der Bundeswaldinventuren nach den Vorgaben der Good Practice Guidance Land-Use, Land-Use Change and Forestry (GPG-LULUCF, IPCC, 2003) abgeleitet. Diese Daten wurden vom Institut für Forstökologie und Walderfassung der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft für das vorliegende Inventar fortgeschrieben.

Eine Schätzung der C-Vorratsänderungen in Totholz, Streu und Waldböden sowie der sonstigen Treibhausgasemissionen aus Wäldern und Waldumwandlung fand nicht statt, da bisher keine vollständigen Daten und Auswertungen vorliegen. Vorläufige Einschätzungen hierzu stammen vom BMELV.

14.5.1.1 Wald

Grundlage der Berichterstattung ist die Walddefinition der Bundeswaldinventur (BWI)[80].

In der Aufnahmeanweisung der BWI werden folgende Wald-Unterkategorien unterschieden:

- produktiver Wald, Holzboden
- unproduktiver Wald, Holzboden
- Wald, Blöße
- Wald, Nichtholzboden

Die Kategorien **unproduktiver Wald** und **Blößen** wurden bei den Berechnungen für die Treibhausgasinventare zum Wald hinzugezählt, während **Nichtholzboden**, in Anlehnung an die Walddefinition in der Entscheidung 11/CP.7 der 7. Vertragsstaatenkonferenz in Marrakesch (UNFCCC, 2002: S.58) als Nicht-Wald herausgerechnet wurde.

[80] **Wald** im Sinne der BWI ist, unabhängig von den Angaben im Kataster oder ähnlichen Verzeichnissen, jede mit Forstpflanzen bestockte Grundfläche. Als Wald gelten auch kahlgeschlagene oder verlichtete Grundflächen, Waldwege, Waldeinteilungs- und Sicherungsstreifen, 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. Wasserläufe bis 5 m Breite unterbrechen nicht den Zusammenhang einer Waldfläche. Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen im Wald sind Wald im Sinne der BWI.

In der Flur oder im bebauten Gebiet gelegene bestockte Flächen unter 1000 m², Gehölzstreifen unter 10 m Breite und Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen sowie zum Wohnbereich gehörende Parkanlagen sind **nicht Wald** im Sinne der BWI.

Unproduktive Waldflächen sind Latschen- und Grünerlenfelder, Strauchflächen (jedoch keine Blößen) und sonstige gering bestockte oder wenig produktive Waldflächen (≤ 1 m³ dGZ/ha).

Holzbodenfläche ist der Teil der Waldfläche, der mit Forstpflanzen bestockt ist und der Holzproduktion dient.

Zum **Nichtholzboden** gehören Waldwege, Schneisen und Schutzstreifen ab 5 m Breite, Holzlagerplätze, Forstbaumschulen, Saat- und Pflanzkämpe, Wildwiesen und Wildäcker, der forstlichen Nutzung dienende Hof- und Gebäudeflächen, mit dem Wald verbundene Erholungseinrichtungen sowie im Wald gelegene Felsen, Blockhalden, Kiesflächen und Gewässer. Auch im Wald gelegene Sümpfe und Moore gehören, wenn sie nicht zugewachsen sind, zum Nichtholzboden.

Die Kategorie „**Wald**“ wird in der GPG-LULUCF (IPCC, 2003) und in den offiziellen Berichtstabellen für die an das Klimasekretariat zu übermittelnden Treibhausgasinventare (CRF) 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. Nach IPCC GPG-LULUCF (2003) verbleibt Neuwald mindestens 20 Jahre lang in dieser Kategorie und geht dann in die Kategorie „verbleibende Waldfläche“ über[81].

In Deutschland können Neuwaldzugänge mit den vorhandenen Daten in den alten Bundesländern nur bis 1987 zurückverfolgt werden; für die neuen Bundesländer konnte nur die Netto-Waldflächenzunahme seit 1993 abgeleitet werden.

14.5.1.1.1 Verbleibende Waldfläche (Forest Land remaining Forest Land)

14.5.1.1.1.1 Beschreibung der Quellgruppe

14.5.1.1.1.1.1 Änderungen in der Biomasse

Für die alten Bundesländer liegen Daten aus zwei Bundeswaldinventuren (Stichtage: 1.10.1987 und 1.10.2002) vor. Die C-Vorräte nahmen in den Wäldern der alten Bundesländer zwischen den beiden Forstinventuren netto um 1,52 Mg/ha/a zu. Die Vorratsanreicherung ist auf die geringe Nutzung im Vergleich zum Zuwachs zurückzuführen. Für die neuen Bundesländer wurden wegen Fehlens einer der BWI I vergleichbaren Erstinventur die Daten der BWI II mit den Daten der Forsteinrichtung (BML, 1994) verglichen. Bei dem Vergleich zeigt sich eine deutliche C-Vorratsanreicherung von 3,01 MgC/ha/a.

Die Forsteinrichtungsdaten sind mit der BWI nicht voll vergleichbar. Man muss annehmen, dass die Vorräte der Forsteinrichtung unterschätzt werden. Nimmt man für den Ausgangswert einen 10 % höheren (gleichmäßig über alle Baumarten verteilten) Gesamtvorrat an, so ergibt sich eine deutliche C-Vorratszunahme von 2,32 Mg C/ha/a.

Die Wälder der Bundesrepublik Deutschland sind damit insgesamt ein Nettosenke für C.

[81] Die Staaten können eine längere Dauer des Verbleibs in dieser Kategorie wählen, wenn ihnen dies aufgrund der unter ihren standörtlichen Verhältnissen erforderlichen Zeit, bis sich in allen Kompartimenten einschließlich des Bodens „waldtypische“ Verhältnisse hinsichtlich des Kohlenstoffvorrats und seiner Veränderungen eingestellt haben, angemessen erscheint.

14.5.1.1.1.1.2 Totholz, Streu und Böden

Der bei der BWI II festgestellte Totholzvorrat von 11,5 m^3/ha entspricht einem C-Vorrat von rund 2,6 Mg C/ha. Bei der BWI I wurde Totholz nicht erhoben, so dass Angaben zur Vorratsänderung nicht gemacht werden können.

Tendenziell wird heutzutage wegen veränderter Nachfrage am Holzmarkt, geänderter Holzerntemethoden und aus Gründen des Biotopschutzes mehr Totholz im Wald belassen als in den 50er bis 80er Jahren des 20. Jahrhunderts. Sturmschäden in den Jahren 1990 und 1999 führten regional zu einer kräftigen Zufuhr an Totholzvorräten. Daher kann angenommen werden, dass die Totholzvorräte zwischen 1990 und 2002 eher zu- als abgenommen haben.

Streu wird bei den Inventuren nicht vollständig erfasst. Feinere Anteile sind Bestandteil der Humusauflage, die bei der Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) erhoben wurde.

Die Kohlenstoffvorräte in der Humusauflage und den darunter liegenden ersten 30 cm Mineralboden wurden nach der BZE auf rund 0,858 Pg C geschätzt. Zu Vorratsänderungen kann keine Angabe gemacht werden, weil eine Wiederholungsinventur noch aussteht.

Für die Treibhausgasinventare wurden die Veränderungen in Totholz, Streu und Boden daher entsprechend der Tier 1-Annahme, wonach sich diese Vorräte unter bestehendem Wald nicht ändern, vernachlässigt.

14.5.1.1.1.1.3 Sonstige Treibhausgasemissionen aus Wäldern

Angaben zu CO_2-Emissionen aus der Kalkung von Waldböden werden in der Kategorie 5.G (Other) gemacht. Sie bewegen sich zwischen rund 130 und 210 Gg CO_2 pro Jahr mit abnehmender Tendenz.

Lachgasemissionen (N_2O) aus Waldböden wurden von BUTTERBACH-BAHL (2003) mit dem Modell PnET-N-DNDC für die Jahre 1990-1999 auf rund 14 Gg/a geschätzt. Hierin ist die Wirkung der erheblichen Stickstoffeinträge aus der Deposition von Stickstoffverbindungen enthalten, die aus den Emissionen von Industrie, Energiewirtschaft, Haushalten, Verkehr und Landwirtschaft stammen.

Diese „indirekten“ N_2O-Emissionen, die auf Quellen außerhalb der Forstwirtschaft zurückzuführen sind, sind jedoch nicht Gegenstand der Treibhausgasinventare im Bereich Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft. Dort sind nur N_2O-Emissionen aus der Stickstoffdüngung von Waldböden und aus der Entwässerung von Waldböden zu berichten.

Die Stickstoffdüngung von Wäldern ist in Deutschland nicht üblich. In CRF-Tabelle 5(I) wurde diese Aktivität daher als „NO“ bezeichnet.

Im 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurden verbreitet nasse Standorte entwässert und aufgeforstet oder bereits bewaldete Nassstandorte durch Entwässerung zur Ertragssteigerung „melioriert“. Die Gräben sind in den Beständen z.T. heute noch vorhanden. Auch wurden in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts Flächen aufgeforstet, die früher zur Gewinnung oder Verbesserung von Agrarland entwässert wurden. Es fehlt jedoch an verlässliche Daten für eine Berichterstattung über diese Kategorie (CRF 5(II)).

N_2O, CH_4, NO_x, CO und weitere Gase werden bei Waldbrand und bei der kontrollierten Verbrennung von Biomasse (z.B. bei der Verbrennung von Schlagraum nach der Holzernte) frei.

Die Waldbrandflächen in Deutschland sind gering und sind seit Beginn der Erhebungen dank besserer Waldbrandprävention und –bekämpfung markant zurückgegangen. Erst im von monatelang andauernder Trockenheit und großer Hitze geprägten Jahr 2003 sind sie wieder angestiegen.

Tabelle 162: Waldbrandflächen

1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
[ha]												
3.267	1.493	1.114	592	1.381	599	397	415	581	122	122	1.315	274

Die Waldbrandstatistik (BML 1992 ff., Teil G., Tabelle „Waldbrände und ihre Ursachen“) enthält leider keine Angaben zur effektiv verbrannten Biomasse, aufgrund derer für die freigesetzten Gase wenigstens eine Grobschätzung nach „Tier-1“ möglich wäre. Aufgrund der geringen Fläche wurde diese Quelle als vernachlässigbar angesehen und in Tabelle 5 (V) „Biomass burning“ bei N_2O und CH_4 mit „NO“ angegeben.

Dies gilt auch für die kontrollierte Verbrennung von Biomasse. Das flächige Abbrennen von Vegetationsdecken ist in Deutschland verboten. Eine Verbrennung von nicht verwertbaren Kronenteilen und Ästen findet ausnahmsweise bei der Bekämpfung von Borkenkäfern statt; zunehmend kommen auch hierfür andere Methoden (Hacken, Zerquetschen) zum Einsatz.

CO_2 aus Biomasse-Verbrennung ist wegen der Anwendung der „Stock-Change-Method“ (siehe Kapitel 7.1.1.2.3) bereits bei der Änderung der Biomassevorräte berücksichtigt und wird daher mit „IE“ angegeben.

14.5.1.1.1.2 Methodische Aspekte

14.5.1.1.1.2.1 Datenquellen

Grundlage für die Flächen- und Biomasseberechnungen sind die Daten der beiden Bundeswaldinventuren, die nach den Vorgaben der IPCC GPG-LULUCF (2003) so aufbereitet wurden, dass sie den Anforderungen an die internationale Berichterstattungspflicht gerecht werden.

Die Bundeswaldinventur ist eine terrestrische Stichprobeninventur mit permanent markierten Probepunkten. Die Aufnahmen werden an den Ecken von etwa 44.000 quadratischen Trakten mit 150 m Seitenlänge durchgeführt, die nach einem systematischen Muster im gesamten Bundesgebiet verteilt sind. Die Stichprobenverteilung beruht genau wie bei der ersten Bundeswaldinventur auf einem 4 x 4 km Grundnetz, das auf Wunsch der Länder regional verdichtet wird. Die doppelte Stichprobendichte kommt in Teilen Bayerns, Niedersachsens und Thüringens und die vierfache in den Ländern Baden-Württemberg, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein und Rheinland-Pfalz zur Anwendung[82].

Die BWI I erstreckte sich nur über das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland in ihren Grenzen vor 1990 und Westberlin. Für die neuen Bundesländer mussten daher Forsteinrichtungsdaten aus der Veröffentlichung „Der Wald in den neuen Bundesländern“ (BML, 1994) herangezogen werden.

[82] weitere Information: http://www.bundeswaldinventur.de

Wegen der unterschiedlichen Datengrundlage und dadurch notwendigen Unterschiede in der Berechnungsmethode wurde in den CRF-Tabellen nach neuen und alten Bundesländern getrennt berichtet.

Totholz wurde erstmals bei der BWI II erhoben, so dass zur Vorratsveränderung im Totholz z.Z. keine Aussage gemacht werden kann. Der bei der BWI II festgestellte Totholzvorrat von 11,5 m^3/ha entspricht einem C Vorrat von rund 2,6 Mg C/ha.

Die 1987 bis 1993 durchgeführte erste Bodenzustandserhebung (BMELF, 1997) erlaubt eine Schätzung der Kohlenstoffvorräte in Humusauflage und Mineralboden, nicht aber ihrer Veränderung. Diese Kohlenstoffvorräte (Humusauflage und die ersten 30 cm Mineralboden) wurden auf rund 0,858 Pg C geschätzt (BMELF, 1997).

Die Daten zur Kalkung von Waldböden wurden aus der Düngemittelstatistik hergeleitet (DESTATIS, Fachserie 4, Reihe 8.2). Bis 1992/93 bezogen sich die vom Statistischen Bundesamt veröffentlichten Ergebnisse auf den jeweiligen Gebietsstand des früheren Bundesgebiets. Für das Gebiet der ehemaligen DDR wurden Angaben für die Jahre 1950 bis 1989 vom BMELV auf Basis der Statistik der DDR auf die Kategorien der Düngemittelstatistik der Bundesrepublik Deutschland umgerechnet und damit vergleichbar gemacht. Für die Jahre 1990-1992 wurden die Daten des DDR–Düngemittelverbrauchs wegen fehlender Erhebungen linear fortgeschrieben. Ab 1993/94 werden die Ergebnisse für das vereinte Deutschland erhoben und veröffentlicht.

Angaben zu den von Waldbränden betroffenen Flächen liegen ab 1992 in der amtlichen Waldbrandstatistik nach der Verordnung (EWG) Nr. 2158/92 des Rates vom 23. Juli 1992 zum Schutz des Waldes in der Gemeinschaft gegen Brände vor.

14.5.1.1.1.2.2 Verbleibende Waldfläche

Die Waldflächen werden für die Berechnung der Biomassevorräte nach der „Stock-Change-Method“ nicht benötigt, müssen jedoch in den CRF berichtet werden. Die Flächenangaben für einzelne Jahre beruhen auf linearer Interpolation.

Für die alten Bundesländer konnten sie aus den Ergebnissen der beiden Bundeswaldinventuren abgeleitet werden. Die Gesamtwaldfläche (ohne Nichtholzboden) hat dort um 54,12 kha auf 7.693,72 kha zugenommen. Da nach IPCC GPG-LULUCF (2003) Neuwaldflächen 20 Jahre lang der Kategorie Neuwald zuzuordnen sind, nimmt die Kategorie „verbleibende Waldfläche“ jährlich um die Fläche ab, die von Wald in andere Flächen umgewandelt worden ist. Diese Kategorie sinkt daher von 7.626,14 kha (1990) auf 7.572,27 kha (2002).

Für die neuen Bundesländer können nur Daten der BWI II und Forsteinrichtungsdaten aus der Veröffentlichung „Der Wald in den neuen Bundesländern“ (BML, 1994) miteinander verglichen werden.

Die Waldfläche ohne Nichtholzboden betrug in den neuen Bundesländern 1993 nach den Daten der Forsteinrichtung 2.852,5 kha und hat bis zur BWI II auf 3.027 kha zugenommen. Damit kann der Kategorie verbleibende Waldfläche („Forest land remaining Forest Land“) der erste Wert zugeordnet werden.

14.5.1.1.1.2.3 Herleitung der Vorratsveränderung nach der „Stock-Change-Method“ (Differenzmethode)

Die Bundeswaldinventuren sind eine hervorragende Datengrundlage für die Berechnung von C-Vorräten und deren Veränderung. Sie liefern zu den Stichjahren 1987 mit ca. 230.000 (BWI I) und 2002 mit ca. 377.000 (BWI II) genau vermessenen Bäumen so gute Berechnungsgrundlagen, dass die „Stock-Change-Method“ der „Default-Method“ (inkrementale Hochrechnung, wie in den bisherigen Inventaren angewandt) vorgezogen werden konnte (IPCC, 2003: S. 3.24). Bei der Anwendung der „Stock-Change-Method“ wurden die Kompartimente: Derbholzvolumen, Astvolumen und Wurzelmasse getrennt. Die Umwandlung der oberirdischen Volumina in Massen erfolgte mit baumartenspezifischen Raumdichten. Die Grundgleichung (Gleichung 23 und Gleichung 24) der C-Vorratsbestimmung nach der „Stock-Change-Method“ wurde daher in die Form nach Gleichung 25 gebracht. Der erste Teil der Gleichung 25 (Derbholz, Astholz) wurde auf jeden Baum angewandt, der zweite Teil auf die Bestandeswerte. Anschließend wurde aus den Bestandeswerten der Gesamtwert hochgerechnet.

Gleichung 23:

$$\Delta C = \left(C_{t_2} - C_{t_1}\right) / \left(t_2 - t_1\right)$$

Gleichung 24:

$$C = \left[V \bullet D \bullet BEF\right] \bullet \left(1 + R\right) \bullet CF$$

Gleichung 25:

$$C = \underbrace{[V \bullet D_D}_{\text{Derbholz}} + \underbrace{V \bullet D_A \bullet (VEF - 1)]}_{\text{Astholz}} \bullet \underbrace{(1 + R)}_{\text{Wurzelholz}} \bullet CF$$

mit:

C = Kohlenstoffvorrat
V = Derbholzvolumen
D_D = Raumdichte Derbholz
D_A = Raumdichte Äste
BEF = Biomasseexpansionsfaktor
VEF = Volumenexpansionsfaktor[83]
R = Wurzel/Spross-Verhältnis
CF = Kohlenstoffgehalt

14.5.1.1.1.2.4 Vorgehen

Für mitteleuropäische Verhältnisse gibt es, mit Ausnahme der Fichte, keine allgemein gültigen Biomassefunktionen, die man auf die gemessenen Daten der Inventur hätte anwenden können. Diese Funktionen liefern direkt Trockenmassen von Bäumen meist mit den Eingangsgrößen Brusthöhendurchmesser (BHD) und Höhe (H). Leider haben existierende Biomasseuntersuchungen eine geringe Stichprobenzahl und repräsentieren nur

[83] 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.

die lokalen Wuchs- und Standortsverhältnisse, sowie deren Behandlungsvarianten. Ihre Anwendung würde zu einer Verzerrung der Hochrechung führen.

Daher wurde ein Verfahren angewandt, bei dem das aus der Inventur verfügbare Derbholzvolumen in das oberirdische Baumholzvolumen umgerechnet wird. Zum oberirdischen Baumholzvolumen gehören die Äste, sowie bei immergrünen Baumarten, die Blattorgane. Die Schätzung des Baumholzvolumens aus dem Derbholzvolumen erfolgt mithilfe linearer Regressionsgleichungen, die den Zusammenhang zwischen dem oberirdischem Derbholzvolumen und dem oberirdischen Baumholzvolumen beschreiben. Diese Gleichungen (Volumenexpansionsfunktionen) wurden aus den Tafeln von GRUNDNER & SCHWAPPACH (1952) abgeleitet, welche auf einer umfangreichen Datengrundlage von 71.051 Bäumen beruhen.[84]

Im nächsten Schritt wurde die oberirdische Masse der Bäume über die Raumdichte aus dem Baumholzvolumen berechnet. Dazu wurden verschiedene Raumdichteangaben benutzt. Zum einen die Raumdichten von KNIGGE & SCHULZ (1966), wie sie etwa bei BURSCHEL et al. (1993), Verwendung finden. Andere holzkundliche Handbücher, z.B. BOSSHARD (1984) verwenden Dichteangaben von KOLLMANN (1982). Auch die Default-Werte nach IPCC (2003) geben Raumdichten vieler heimischer Baumarten wieder. Da die Dichten einen direkten Einfluss auf den Gesamtvorrat an Kohlenstoff haben, wurden für die Einzelbaumberechnungen 3 verschiedene Dichtehochrechnungen verfolgt.

Da eine oberirdische Expansion von Derbholzvolumen zum Baumholzvolumen vorgenommen wurde, kann mit der Trennung der Kompartimente den höheren Raumdichten in den Ästen (HAKKILa, 1972) Rechnung getragen werden. Diese Trennung wurde für die Dichten nach KOLLMANN (1982) und IPCC GPG-LULUCF (2003) vorgenommen, bei der dritten Hochrechnung wurde methodisch das Vorgehen nach BURSCHEL et al. (1993) mit konstanten Raumdichten für das oberirdische Volumen nachgebildet, um einen Vergleich mit den anderen Szenarien zu ermöglichen.

Die unterirdische lebende Biomasse wurde über Bestandesmassenverhältnisse abgebildet. Hierzu wurde die oberirdische Biomasse, nach Baumarten getrennt, für jeden Stichprobenpunkt auf den Hektarwert hochgerechnet. Aus diesem Wert wurde die Wurzelbiomasse abgeleitet. Die Wurzelmassen wurden anhand zweier Quellen (DIETER & ELSASSER, 2002; IPCC, 2003) berechnet. Insgesamt stehen damit drei Hochrechnungen für die oberirdischen C-Vorräte und 6 unterirdische C-Vorratsberechnungen zur Verfügung. Zusätzlich können die Ergebnisse der Fichte mit der allgemeine Biomassefunktion von WIRTH et al. 2004b verglichen werden. Die verschiedenen Berechnungen können als Szenarien betrachtet werden, die eine Annäherung an die tatsächlichen Verhältnisse bieten und den Rahmen der Abweichungen und ihre Sensitivität darstellen können.

Für die neuen Bundesländer liegen die Daten der Forsteinrichtung in aggregierter Form vor. Daher wurde die C-Bilanz-Methode nach BURSCHEL et al. (1993), in Verbindung mit Raumdichten nach KOLLMANN (1982) zur C-Vorratsbestimmung verwendet.

[84] Da die Regressionen den Zusammenhang zwischen geglätteten Tafelwerten beschreiben, wird die tatsächliche Varianz nicht erfasst, und es kann kein echter Vorhersagefehler angegeben werden. Dies wäre nur möglich, wenn die Originaldaten zur Verfügung stünden, auf deren Grundlage dann eigene Baumholzvolumenfunktionen hätten berechnet werden können.

14.5.1.1.1.2.5 Gesamtvorräte der verbleibenden Waldfläche

Die hier abgebildeten Ergebnisse beziehen sich bei den Einzelbaumberechnungen für BWI I und BWI II auf die Raumdichten nach KOLLMANN (1982), während die Astvolumina mit den erhöhten Dichten nach KOLLMANN (1982) bzw. HAKKILA (1972) hochgerechnet wurden. Für die Schätzung des oberirdischen Baumvolumens wurden die Funktionskoeffizienten aus Tabelle 166 verwendet. Die Wurzelbiomasse wurde mit den Default-Werten aus IPCC GPG-LULUCF (2003) gerechnet. Bei der Hochrechnung für die neuen Bundesländer 1993 wurden die Biomasseexpansionsfaktoren (BEF) von BURSCHEL et al. (1993) in oberirdische und unterirdische Anteile getrennt, sowie das obere Astvolumen aus der Differenz aus oberirdischem Volumen und Derbholzvolumen geschätzt. Hier wurden zur Vergleichbarkeit zwischen der Hochrechnung der Forsteinrichtungsdaten der Einzelbaumberechnung nach BWI die gleichen Raumdichten benutzt.

Tabelle 163: Gesamtvorräte C, verbleibender Wald

Gg C		**1987 (BWI I)**	**1993 (BML)**	**2002 (BWI II)**
alte Bundesländer	unterird.	174.670	-	212.849
	oberird.	604.474	-	740.481
	Gesamt	**779.144 (± 8%)**	**-**	**953.330 (± 7,55%)**
neue Bundesländer	unterird.	-	34.723	63.690
	oberird.	-	161.766	218.667
	Gesamt	**-**	**196.489 (±12,71 %)**	**282.357 (± 10,02 %)**

14.5.1.1.1.2.6 Gesamtvorräte verschiedener Szenarien

Die Szenarienrechnungen wurden nur für die Einzelbaumberechnungen durchgeführt. Der angegebene Fehlerbalken gibt die einfache Standardabweichung an. Für die Ermittlung des 95%-Vertrauensintervalls muss diese Spanne verdoppelt werden. Die jeweils linken Balken entsprechen etwa den Werten in Tabelle 163, da hier die Gesamtwaldfläche (ohne Nichtholzboden) betrachtet wurde. Die Abkürzungen sind jeweils so zu verstehen, dass die erste Bezeichnung die oberirdischen Raumdichteannahmen betrifft (Tabelle 164), die zweite die unterirdischen (Tabelle 167, Tabelle 168).

Das jeweils letzte Szenario liegt jeweils deutlich unter den anderen Hochrechnungen. Das liegt an der Unterschätzung der Raumdichten, da nach BURSCHEL et al. (1993) keine Trennung zwischen dem Astvolumen und Derbholzvolumen, mit entsprechend höheren Raumdichten der Äste, vorgenommen wurde.

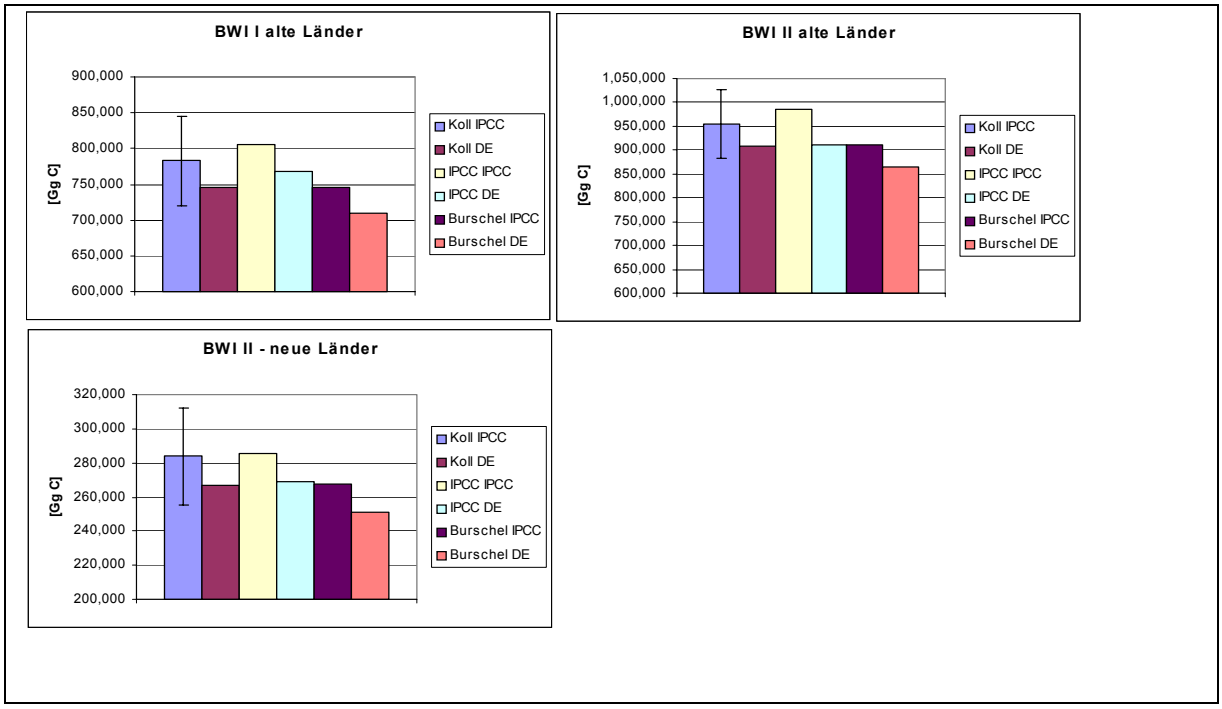


Abbildung 37: Gesamtvorräte verschiedener Szenarien

14.5.1.1.1.2.7 Raumdichte Stammholz

Aufgrund des großen Einflusses der Raumdichten auf die Kohlenstoffbilanz wurden verschiedene Raumdichten (engl.: „basic density“, also Verhältnis Trockengewicht zu Frischholzvolumen) verwendet. In zwei Szenarien wurden die Raumdichten aus KOLLMANN (1982) und IPCC GPG-LULUCF (2003) verwendet und mit einer höheren Astdichte (s.o.) versehen.

Die Rohdichten nach KOLLMANN (1982: Anhang, Tafeln V) geben die Spannweiten der Rohdichten und deren Mittelwert für die wichtigsten Baumarten wieder. Die Spannweiten wurden auch als Grundlage zur Fehlerrechnung genutzt. Aus den Rohdichten wurde über das Volumenschwundmaß die Raumdichten zurückgerechnet.

Gleichung 26

$$R = r_0 * \left(1 - \frac{\beta_V}{100} \right)$$

mit:

R = Raumdichte (g/cm^3)
r_0 = Rohdichte (g/cm^3)
$ß_V$ =Volumenschwundmaß

Zum Vergleich wurde eine Hochrechnung ohne diese Astkorrektur und mit den von BURSCHEL et al. (1993) verwendeten Raumdichten von KNIGGE & SCHULZ (1966) vorgenommen. Diese Raumdichten differieren lediglich zwischen den Baumartengruppen.

Tabelle 164: Raumdichten

		Raumdichte (R) [g/cm^3]					
Gattung	**Art**	**Stamm (IPCC)**	**Ast (IPCC)**	**Stamm (Kollmann)**	**Ast (Kollmann)**	**Knigge Schulz (Ast und Stamm)**	**β_V (%) (Kollmann)**
Picea	abies	0,40	0,54	0,3788	0,5093	0,3771	11,9
Picea	(sonstige)	0,40	0,54	0,3788	0,5093	0,3771	11,9
Pinus	sylvestris	0,42	0,56	0,4307	0,5790	0,4307	12,1
Pinus	strobus	0,32	0,43	0,4307	0,5790	0,4307	12,1
Pinus	(sonstige)	0,42	0,56	0,4307	0,5790	0,4307	12,1
Abies	alba	0,40	0,54	0,3629	0,4878	0,3700	11,5
Abies	(sonstige)	0,40	0,54	0,3629	0,4878	0,3700	11,5
Pseudotsuga	menziesii	0,45	0,60	0,4141	0,5567	0,4124	11,9
Larix	decidua	0,46	0,62	0,4873	0,6551	0,4873	11,4
Larix	kaempferi	0,49	0,66	0,4873	0,6551	0,4873	11,4
Thuja	spec.	0,31	0,42	0,3788	0,5093	0,3771	11,9
Tsuga	spec.	0,42	0,56	0,3788	0,5093	0,3771	11,9
Nadelbäume	(sonstige)	0,40	0,54	0,3788	0,5093	0,3771	11,9
Fagus	sylvatica	0,58	0,64	0,5583	0,6119	0,5543	17,9
Quercus	robur	0,58	0,62	0,5707	0,6056	0,5611	12,2
Quercus	petraea	0,58	0,62	0,5707	0,6056	0,5611	12,2
Fraxinus	exelsior	0,57	0,60	0,5642	0,5987	0,5642	13,2
Carpinus	betulus	0,63	0,69	0,6415	0,7031	0,5642	18,8
Acer	spec.	0,52	0,57	0,5222	0,5723	0,5642	11,5
Tilia	spec.	0,43	0,47	0,4170	0,4571	0,5642	12,1
Robinia	pseudoacacia	0,58	0,64	0,6468	0,7089	0,5642	11,5
Ulmus	spec.	0,51	0,54	0,5555	0,5895	0,5642	14,9
Castanea	sativa	0,48	0,51	0,5583	0,5924	0,5642	11,4
Betula	spec.	0,51	0,56	0,5264	0,5770	0,3768	13,2
Alnus	spec.	0,45	0,49	0,4283	0,4694	0,3768	17,9
Populus	spec.	0,35	0,38	0,3538	0,3878	0,3768	13,7
Salix	spec.	0,45	0,49	0,4618	0,5061	0,3768	13,7
Prunus	spec.	0,49	0,54	0,5583	0,6119	0,3768	12,6
Laubbäume	(sonstige)	0,58	0,64	0,5583	0,6119	0,3768	13,7

14.5.1.1.1.2.8 Raumdichte der Äste

Nach Gleichung 25 werden andere Raumdichten für Äste angenommen. Astholz ist aufgrund seiner Belastungen dichter als Stammholz. Aufgrund der Trennung der Kompartimente ist es möglich, verschiedene Dichten 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 165 sind Mittelwerte für 8 Koniferen, 8 ringporige Laubhölzer, 4 zerstreuporige Laubhölzer dargestellt. Es wurde ein Verhältnis für diese physiologischen Baumartengruppen abgeleitet und die Raumdichten entsprechend erhöht.

Tabelle 165: Raumdichte Äste

	Stem wood [g/cm^3]	Branch wood [g/cm^3]	Verhältnis Ast/Stamm-Dichte [ ]
Koniferen	0,363	0,488	1,3444
Zerstreutporige Laubhölzer	0,489	0,536	1,0961
Ringporige Laubhölzer	0,54	0,573	1,0611

14.5.1.1.1.2.9 Volumenexpansionsfaktoren

Für die oberirdische Expansion wurden bei BURSCHEL et al. (1993) die Reisigprozente von GRUNDNER & SCHWAPPACH (1952) verwendet. Ihr Vorteil liegt in der Allgemeingültigkeit für mitteleuropäische Verhältnisse und der hohen Anzahl von Probebäumen. An dieser Hochrechnung wurde vielfach kritisiert, dass sie zum einen sehr grob ist, da die Reisigprozente nur als aggregierte Werte in den Tafeln abgebildet sind, zum anderen schreiben WIRTH et al. (2004a), dass die Anwendung der BEF (Anm.: hier sind Volumenexpansionsfaktoren also das Verhältnis zwischen Derbholzvolumen und Gesamtbaumvolumen gemeint) nach BURSCHEL et al. (1993) wahrscheinlich zu einer Unterschätzung der Biomassevorräte führt, da keine Trennung der Kompartimente vorgenommen und damit keine unterschiedliche Raumdichten verwendet wurden.

Daher wurde für diese Berechnungen ein anderer Weg gewählt. Zunächst wurde eine kompartimentsweise Berechnung in drei Baumteilen durchgeführt (Derbholz, Baumholz, Wurzelholz). Weiterhin wurde bei der Erstellung von allgemeingültigen Volumenexpansionsfaktoren (VEF) für die oberirdische Expansion nicht auf die Reisigtafeln zugegriffen, sondern die Daten aus den Tabellen von GRUNDNER & SCHWAPPACH (1952) für Derbholz und Baumholz in eine lineare Regression überführt. Damit hat man für die Baumarten einen funktionalen Ausgleich zwischen Derbholz und Baumholz, der in den Tafeln abgebildet sind. Dieser Ausgleich ermöglicht die Schätzung des Baumholzes aus der Größe des Derbholzes, welches selbst von den gemessenen Größen BHD, Höhe und D7 abhängt. Weiterhin sind in den Tabellen für die Baumarten Fichte, Tanne, Buche, Kiefer eine Trennung in Altersklassen vorgesehen, da bei diesen die Gesetzmäßigkeit gefunden wurde, dass Stämme gleicher Dimensionen im höheren Alter vollholziger sind und daher größere Volumen besitzen als im geringeren Alter. Diese Trennung wurde beibehalten, da die Tafeln auf getrennten Grundgesamtheiten aufbauen.

Zunächst wurden diverse Modelle für die Vorhersage des Baumholzvolumens aus dem Derbholz getestet, unter Einbeziehung von Durchmesser und Höhe in unterschiedlichen Termen. Es zeigte sich, dass die Modelle etwas verbessert werden konnten, wenn man den Durchmesser und die Höhe als (BHD^{2}*Höhe) als Prädiktoren mit einfließen lässt. Leider hat sich bei der Anwendung dieser Modelle gezeigt, dass es in der BWI-Datenbank Bäume gibt, die eine starke Abweichung von der normalen Allometrie zeigen, was zu Baumholzvolumen führte, die kleiner waren als das Derbholzvolumen. Diese Unplausibilität hat dazu geführt, dass diese Modelle nicht eingesetzt wurden, sondern lediglich Modelle einfacher linearer Regression. Die Zusammenhänge können der folgenden Tabelle 166 entnommen werden:

Tabelle 166: Oberirdische Expansionsfunktionen

Modell	a	b
Birke	0,017493	1,121933
Buche Alter 61 bis 100	0,008184	1,196184
Buche Alter ab 101	0,030255	1,128104
Buche Alter bis 60	0,011942	1,207371
Eiche	0,101879	1,051529
Erle	0,004825	1,068903
Fichte Alter ab 61[1]	0	1,177947
Fichte Alter bis 60	0,036697	1,148143
Kiefer Alter ab 81	0,036883	1,076103
Kiefer Alter bis 80	0,009946	1,156659
Tanne Alter bis 80	0,019457	1,168262
Tanne Alter 81 bis 120[85]	0	1,228069
Tanne Alter ab 121[85]	0	1,219492
Lärche	0,063265	1,057712

Baumholzvolumen = a + b * Derbholzvolumen

Damit ergibt sich folgender Zusammenhang für die Volumenexpansionsfaktoren:

Gleichung 27

$$VEF = \frac{B}{D} = \frac{a + bD}{D}$$

mit:

B = Baumholzvolumen
D = Derbholzvolumen
VEF = Volumenexpansionsfaktor

14.5.1.1.1.2.10 Wurzelbiomasse

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 IPCC GPG-LULUCF (2003). Um die Bestandeswerte zu gewinnen, wurde die oberirdische Biomasse für jeden Stichprobenpunkte differenziert nach Baumartengruppen auf den Hektar hochgerechnet und anschließend die unterirdische Biomasse abgeleitet.

Wegen des hohen Aufwands der Wurzeluntersuchung existieren nur wenige Wurzelbiomassefunktionen. Daher wurden die in so genannten Meta-Analysen hergeleiteten Zusammenhänge benutzt. 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.

[85] hier wurde ein negative Konstante berechnet, daher wurde das Modell ohne Konstante verwendet.

Gleichung 28:

$$\sqrt{rb} = \beta * \sqrt{ab} + \delta_{treespecies} + \varepsilon$$

mit:

ab = oberirdische Biomasse
rb = Wurzelbiomasse

Bei dieser abgeleiteten Funktion muss man beachten, dass es sich um Bestandeswerte handelt, die sich immer auf einen Hektar beziehen.

Tabelle 167: Wurzelmasse

Tree Species	β	δ	Freiheits-grade	Sig.-Niveau	r^2
Abies	0,4259	1,8114	266	**	0,8
Picea		1,169		**	
srb		0,691		**	
Pseudotsuga		0,4738		*	
Pinus		0,2864		*	
Fagus and Quercus		0			

Für Unterständige und „selection forest“ (Plenterwald) wurde von den Autoren ein Durchschnittswert des R/S (Biomass) von 0,18 unterstellt.

srb = short rotation broadleaves (in der BWI= ALN)
* Signifikant α< 5%, ** Signifikant α<1%.

Quelle: Dieter & Elsasser 2002

Da in diesen Berechnungen viel Unsicherheit liegt, wurde ebenfalls ein Szenario mit den Werten nach IPCC (2003) gerechnet. Die IPCC-Tabelle hat den Vorteil, dass sie den Standardfehler der Schätzung mit angibt, welcher in der Untersuchung von DIETER & ELSASSER 2002 nicht enthalten ist. Die in die CRF-Tabellen aufgenommenen Werte wurden nach IPCC (2003) hergeleitet.

Tabelle 168: Wurzelmasse

Vegetationstyp	Aboveground-biomass [t/ha]	Mean	SD	lower range	upper range
Conifer plantation	<50	0,46	0,21	0,21	1,06
Conifer plantation	50-150	0,32	0,08	0,24	0,5
Conifer plantation	>150	0,23	0,09	0,12	0,49
Oak forest	>70	0,35	0,25	0,2	1,16
Other broadleaf	<75	0,43	0,24	0,12	0,93
Other broadleaf	75-150	0,26	0,1	0,13	0,52
Other broadleaf	>150	0,24	0,05	0,17	0,3

Quelle: IPCC 2003

Folgende Abbildung 38 zeigt die R/S-Werte von Tanne und Fichte und dem mittleren R/S-Verhältnis nach DIETER & ELSASSER 2002. Weiterhin wurden die entsprechenden Werten nach IPCC GPG-LULUCF (2003: „Conifer Plantation“) gegenübergestellt.

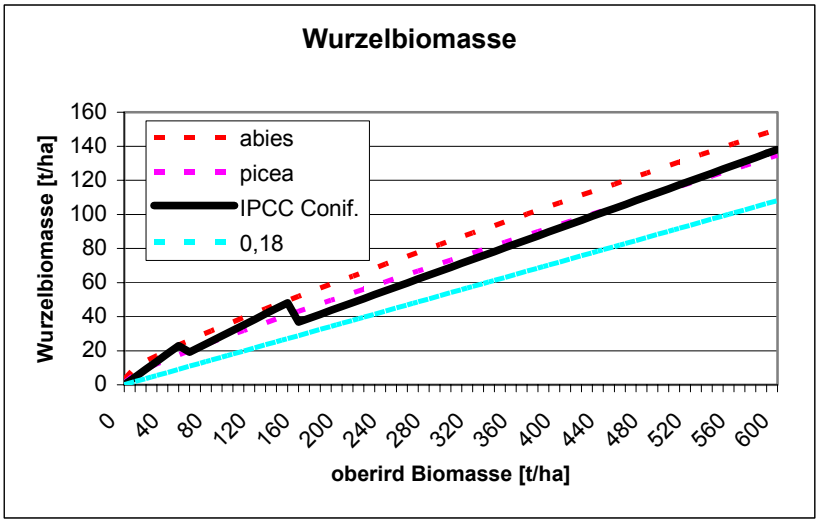


Abbildung 38: Wurzelbiomasse

14.5.1.1.2 Herleitung der CO_2-Emissionen aus der Kalkung von Waldböden

Die Daten für die Kalkung wurden aus der Gesamtberechnung der Dünger abgeleitet. Deshalb können Probennahmefehler nicht angegeben werden. Da die Unternehmen die gesetzliche Auskunftspflicht haben, ist die Datensammlung vollständig.

Die Daten beschreiben die Auslieferungen von Produzenten und Importeuren an die Großhändler und Endnutzer. Sie geben keine direkte Information über die jährliche Ausbringung von Düngern in Land- und Forstwirtschaft. Abweichungen gegenüber der tatsächliche Düngerausbringung sind möglich

- wegen Änderungen in Handelslagerbeständen
- Nutzung des Düngers außerhalb der Land- und Forstwirtschaft, d.h. auf Privatflächen, Gärten, Sportanlagen

Die Herleitung der Emissionen erfolgte nach der Gleichung 3.3.6 aus IPCC GPG-LULUCF (2003: S.3.80).

14.5.1.1.2.1 Unsicherheiten

Für die alten Bundesländer wird nach Baumartengruppen der BWI (ALH[86], ALN[87], Buche, Douglasie, Eiche, Fichte, Kiefer, Lärche, Tanne) stratifiziert. Dazu wird für jede Eingangsgröße (Derbholzvolumen, Raumdichte, oberirdische Biomasseexpansion, Wurzelbiomasse und Kohlenstoffgehalt) zunächst ihre relative Standardabweichung geschätzt, bzw. berechnet. Diese relative Standardabweichung wird dann je nach Hochrechnungsverfahren, entweder über summarische Fehlerfortpflanzung oder multiplikative Fehlerfortpflanzung weitergeführt. Nicht jede mögliche Fehlerquelle (Abweichung der Allometrie, Modellfehler der Derbholzberechnung) findet ihren Weg in die Berechnung. Aus diesem Grund müssen die folgenden Annahmen stets als Annäherung an die tatsächlichen Fehlerwerte gesehen werden. Falls Annahmen zu treffen waren wurde tendenziell vorsichtiger (mit höherem Fehler) geschätzt.

[86] ALH = alle anderen Laubbäume hoher Lebenserwartung
[87] ALN = alle anderen Laubbäume niedriger Lebenserwartung

Im Ergebnis erhält man die relative Standardabweichung des Gesamtvorrates, der 95%-Vertrauensbereich dieser Schätzung entspricht der doppelten relativen Standardabweichung.

Gleichung 29

$$U_{tot} = \frac{\sqrt{\sum_i (U_i \bullet x_i)^2}}{\sum_i x_i}$$

mit

Ui Unsicherheit in i ter Quantität
xi Quantität

Für die neuen Bundesländer ist für die Berechnung der C-Vorräte nach der Veröffentlichung „Der Wald in den neuen Bundesländern“ (BML 1994), lediglich als Schätzung möglich, die auf aggregierten Werten aufbaut. Die Berechnungen finden weiterhin getrennt nach BWI I, BWI II neue Bundesländer und BWI II alte Bundesländern statt.

14.5.1.1.2.1.1 Unsicherheiten Derbholzvorräte

Für die BWI I, können die Stichprobenfehler aus der Veröffentlichung „Bundeswaldinventur“ (BMELF 1990) entnommen werden. Die Stichprobenfehler für die BWI II konnten (nach Baumartengruppe und Bundesländer getrennt) aus der Internet-Abfrage[88] entnommen werden. Die Hochrechnung der Fehler von der Bundeslandebene auf das Stratum neue/alte Bundesländer wurde mittels Fehlerfortpflanzung nach Summen gebildet (Gleichung 29). Eine Berechnung der Modellfehler durch die Schätzung des Derbholzes ist nicht möglich, da entsprechende Untersuchungen dazu fehlen.

Tabelle 169: Relative Standardabweichung Derbholzvorrat

Baumarten-gruppe	BWI II neue Bundesländer rel. s (Vorrat)	BWI II alte Bundesländer rel. s (Vorrat)	BWI II Gesamt rel. s (Vorrat)	BWI I alte Bundesländer rel. s (Vorrat)
EI[89]	4,31%	2,24%	2,1%	2,5%
BU	4,23%	1,96%	1,8%	2,0%
ALH	4,85%	2,61%	2,4%	3,1%
ALN	3,84%	2,94%	2,4%	3,3%
FI	3,48%	1,59%	1,5%	1,4%
TA	40,40%	3,76%	3,8%	3,3%
DGL	13,94%	4,14%	4,0%	6,0%
KI	2,46%	2,28%	1,7%	2,0%
LÄ	5,87%	3,65%	3,2%	3,7%

14.5.1.1.2.1.2 Unsicherheit Raumdichte

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 Dreieckverteilung) 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

[88] http://www.bundeswaldinventur.de/testergebnisse/

[89] EI Eiche, BU Buche, FI Fichte, TA Tanne, DGL Douglasie, KI Kiefer, LÄ Lärche

vorhanden sind. In diesem Fall ist man davon ausgegangen, dass sich dieser Fehler nicht auf die Spanne der Raumdichten auswirken würde.

Tabelle 170: Relativer Standardfehler Raumdichte

Baumart	mittlere Rohdichte	min. Rohdichte	max. Rohdichte	Standardfehler geschätzt	rel. Standard-abweichung
BU[90]	0,68	0,49	0,88	0,0929	13,66%
DGL	0,47	0,32	0,73	0,0976	20,77%
EI	0,65	0,39	0,93	0,1286	19,78%
LÄ	0,55	0,4	0,82	0,1000	18,18%
ES (ALH)	0,65	0,41	0,82	0,0976	15,02%
FI	0,43	0,3	0,64	0,0810	18,83%
KI	0,49	0,3	0,86	0,1333	27,21%
PA (ALN)	0,41	0,37	0,52	0,0357	8,71%
TA	0,41	0,32	0,71	0,0929	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.

14.5.1.1.2.1.3 Unsicherheit der Volumenexpansion

Die natürliche Variabilität der oberirdischen Allometrie ist hier nicht erfasst. Dieser Fehler kann nicht berechnet werden, da die Originalwerte von GRUNDNER & SCHWAPPACH (1952) nicht vorliegen. Die Tabellen enthalten lediglich die schon gemittelten Werte. Diese geglätteten Werte unterschätzen die tatsächliche Varianz systematisch.

Diese Fehlerbetrachtung kalkuliert daher nur den Fehler der Umrechnung von Derbholzvolumen in Baumholzvolumen. Die Standardabweichung der Residuen der Modelle wird in folgender Tabelle 171 wiedergegeben:

Tabelle 171: Relativer Standardfehler VEF Modell

Modell		Mittelwert (berechnetes Baumholz)	s(Residuen)	rel. Standard-fehler
Eiche		4,688483	0,1921357	4,10%
Birke		0,6871404	0,007478048	1,09%
Erle		0,6902273	0,006260212	0,91%
Buche	**Alter bis 60**	0,3631021	0,01984793	5,47%
Buche	**Alter 61 bis 100**	1,253777	0,05095927	4,06%
Buche	**Alter ab 101**	2,665235	0,06851797	2,57%
Fichte	**Alter bis 60**	0,4466276	0,05036626	11,28%
Fichte	**Alter ab 61**	3,595929	0,1637905	4,55%
Kiefer	**Alter bis 80**	0,6035531	0,01861142	3,08%
Kiefer	**Alter ab 81**	2,112509	0,06913789	3,27%
Tanne	**Alter bis 80**	0,8898365	0,05534219	6,22%
Tanne	**Alter 81 bis 121**	3,526363	0,2644826	7,50%
Tanne	**Alter ab 121**	6,980293	0,6241895	8,94%
Lärche		3,209294	0,07115059	2,22%

Da die Fehler in einer Baumart bezogen auf die Altersklassen beträchtlich schwanken können, werden die Fehler aus der Hochrechnung mengengewichtet mit den Vorräten aus BWI I, bzw. BWI II. So konnten folgende Werte ermittelt werden:

[90] ES Esche, PA Pappel

Tabelle 172: Fehler VEF Modell Baumartengruppen

	BWI IRSE	BWI II, a.Bl. RSE	DS Waldfonds RSE	BWI II, n.Bl. RSE
BU	3,55%	3,47%	3,40%	3,41%
ALH	4,22%	4,37%	4,55%	4,37%
ALN	5,01%	5,10%	5,01%	4,94%
FI	7,08%	7,16%	6,89%	7,06%
TA	7,32%	7,70%	6,91%	7,49%
DGL	9,63%	9,89%	10,01%	9,94%
KI	3,16%	3,18%	3,14%	3,14%

RSE = relativer Standardfehler

14.5.1.1.2.1.4 Unsicherheit Wurzelbiomasse und Kohlenstoffgehalt

Die Standardfehler der Wurzelbiomasseberechnung können nur aus den Tabellen nach IPCC GPG-LULUCF (2003) entnommen werden, 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 der Tabelle errechnet; danach können die Gesamtfehler für Nadelbäume (Conifers), Eichen (Oak) und andere Laubbäume (Broadleaves) hergeleitet werden.

Im Ergebnis zeigen sich folgende Werte:

Tabelle 173: Relative Standardabweichung Wurzel

	BWI I	BWI II
Conifers	25,34%	25,45%
Oaks	58,11%	59,17%
Broadleaves	19,34%	19,07%

Der relative Standardfehler des Kohlenstoffgehaltes in Holz wird von BURSCHEL et al. (1993) mit 1-2% angegeben, WEISS et al. (2000) benutzten 2 %. WIRTH et al. (2004a) berichten, dass die Unterschiede zwischen den Kompartimenten innerhalb einer Baumart größer sind als die Unterschiede zwischen den Baumarten. Sie kommen auf eine Spanne von 0,5-0,56 gC/g in Nadelbäumen. Insgesamt scheint daher ein mittlerer C-Gehalt von 0,5 gC/g als gute Annahme für den durchschnittlichen Gehalt mit einem relativen Standardfehler von ±2 % als angemessen.

14.5.1.1.2.1.5 Fehlerschätzung für die neuen Bundesländer 1993

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“ (BML, 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 ±12,5 % ermittelt.“ Nimmt man an, dass sich dieser Fehler systematisch auch auf die Hochrechnung durchgeschlagen hat, kann man von ±12,5 % für die Baumartengruppen ausgehen.

Die Raumdichten nach BURSCHEL et al. (1993) weisen keine Spanne auf, daher werden die Raumdichteschwankungen nach Tabelle 164 verwendet.

Die Biomasseexpansionsfaktoren von BURSCHEL et al. (1993) wurden in ober- und unterirdische Komponenten zerlegt. Für die oberirdische Expansion kann man daher näherungsweise, mit einem kleinen Zuschlag für die Aggregation in Klassenmittelwerte der Reisigprozente, die Werte aus Tabelle 172 annehmen. Da die Datenlage für die unterirdischen Wurzelprozente unklar ist, werden Näherungsweise die Standardfehler von IPCC GPG-LULUCF (2003), wie in 4.4 hergeleitet, verwendet.

Nach der multiplikativen Fehlerfortpflanzung

Gleichung 30

$$U_{tot} = \sqrt{\sum_i U_i^2}$$

für die oberirdischen Teile und der Summierung (Gleichung 29) der Baumartengruppen, wurde folgender Gesamtwert hergeleitet:

Tabelle 174: Fehlerschätzung neue Bundesländer, 1993

	RSE Derbholz	RSE Dichte	RSE VEF oberird.	RSE VEF Aggr. (+ 1%)	oberird. Gesamt-RSE	unterird. Gesamt-RSE	RSE ober.- + unterird.	RSE C-Gehalt	RSE C-Berechn.	RSE tot
Ei	12,50%	19,78%	4,10%	5,10%	23,95%	59,17%	22,35%	2,00%	22,44%	
Bu	12,50%	13,66%	3,40%	4,40%	18,76%	19,07%	15,79%	2,00%	15,92%	
Alh	12,50%	15,02%	4,55%	5,55%	19,91%	19,07%	16,80%	2,00%	16,92%	
Aln	12,50%	8,71%	5,01%	6,01%	15,97%	19,07%	13,65%	2,00%	13,80%	
Fl	12,50%	18,83%	6,89%	7,89%	23,40%	25,45%	19,38%	2,00%	19,48%	12,78%
Ta	12,50%	22,65%	6,91%	7,91%	26,45%	25,45%	22,28%	2,00%	22,37%	
Dgl	12,50%	20,77%	10,01%	11,01%	26,26%	25,45%	21,73%	2,00%	21,82%	
Ki	12,50%	27,21%	3,14%	4,14%	30,13%	25,45%	25,17%	2,00%	25,25%	
Lä	12,50%	18,18%	2,22%	3,22%	22,30%	25,45%	18,85%	2,00%	18,96%	

RSE = relative Standardabweichung

Viele dieser Werte sind Schätzungen und können daher nicht als echte Fehler angesehen werden.

14.5.1.1.2.1.6 Gesamtfehler

Um den Gesamtfehler für BWI I, alte Bundesländer und BWI II neue und alte Bundesländer zu schätzen, können die Werte für die Baumartengruppen für jeden einzelnen Faktor der Berechnung zusammengeführt werden. Für die oberirdische Fehlerfortpflanzung (Derbholzvolumen, Biomasseexpansion, Dichte) kann die multiplikative Fehlerfortpflanzung (Gleichung 30) werden. Da die berechneten unterirdischen C-Vorräte zu den oberirdischen hinzuaddiert werden, muss hier wieder Fehlerfortpflanzung nach Summen angenommen werden (Gleichung 29). Gleiches gilt für die Summierung über die Baumartengruppen. In der folgenden Tabelle 175 sind die einzelnen rel. Standardabweichungen zusammengefasst:

Tabelle 175: Fehlerübersicht

BA		RSE Derbholz	RSE Dichte	RSE BEF	oberird. RSE	unterird RSE	RSE ober- & unterird	RSE C-Gehalt	RSE nach C-Berechn.	RSE tot
BWI I alte Bundesländer	Ei	2,50%	19,78%	4,10%	20,35%	58,11%	21,55%	2,00%	21,65%	8,16%
	Bu	2,00%	13,66%	3,55%	13,96%	19,34%	11,74%	2,00%	11,91%	
	Alh	3,10%	15,02%	4,22%	15,58%	19,34%	12,63%	2,00%	12,78%	
	Aln	3,30%	8,71%	5,01%	10,19%	19,34%	9,07%	2,00%	9,28%	
	Fl	1,40%	18,83%	7,08%	19,56%	25,34%	16,36%	2,00%	16,49%	
	Ta	3,30%	22,65%	7,32%	23,33%	25,34%	18,82%	2,00%	18,93%	
	Dgl	6,00%	20,77%	9,63%	23,26%	25,34%	18,70%	2,00%	18,81%	
	Ki	2,00%	27,21%	3,16%	27,38%	25,34%	21,92%	2,00%	22,02%	
	Lä	3,70%	18,18%	2,22%	18,69%	25,34%	15,43%	2,00%	15,56%	
neue Bundesländer	Schätzung 1993									12,78%
BWI II alte Bundesländer	Ei	2,24%	19,78%	4,10%	21,03%	59,17%	22,08%	2,00%	22,17%	7,70%
	Bu	1,96%	13,66%	3,47%	14,72%	19,07%	12,29%	2,00%	12,46%	
	Alh	2,61%	15,02%	4,37%	16,78%	19,07%	13,52%	2,00%	13,67%	
	Aln	2,94%	8,71%	5,10%	12,12%	19,07%	10,26%	2,00%	10,45%	
	Fl	1,59%	18,83%	7,16%	19,86%	25,45%	16,61%	2,00%	16,73%	
	Ta	3,76%	22,65%	7,70%	23,98%	25,45%	19,37%	2,00%	19,47%	
	Dgl	4,14%	20,77%	9,89%	24,76%	25,45%	20,00%	2,00%	20,10%	
	Ki	2,28%	27,21%	3,18%	27,79%	25,45%	22,29%	2,00%	22,38%	
	Lä	3,65%	18,18%	2,22%	20,05%	25,45%	16,41%	2,00%	16,53%	
BWI II neue Bundesländer	Ei	4,31%	19,78%	4,10%	22,39%	59,17%	22,80%	2,00%	22,89%	10,08%
	Bu	4,23%	13,66%	3,41%	16,53%	19,07%	13,67%	2,00%	13,81%	
	Alh	4,85%	15,02%	4,37%	18,76%	19,07%	14,99%	2,00%	15,12%	
	Aln	3,84%	8,71%	4,94%	12,28%	19,07%	10,37%	2,00%	10,57%	
	Fl	3,48%	18,83%	7,06%	20,72%	25,45%	17,18%	2,00%	17,30%	
	Ta	40,40%	22,65%	7,49%	61,51%	25,45%	46,55%	2,00%	46,60%	
	Dgl	13,94%	20,77%	9,94%	26,80%	25,45%	21,48%	2,00%	21,57%	
	Ki	2,46%	27,21%	3,14%	31,37%	25,45%	25,14%	2,00%	25,22%	
	Lä	5,87%	18,18%	2,22%	20,49%	25,45%	16,83%	2,00%	16,95%	

14.5.1.1.2.2 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung

Die berechneten Daten beruhen auf ACCESS-Abfragen, die auf die Bundeswaldinventuren zugreifen. Bezüglich der für die Bundeswaldinventur entwickelten Qualitätssicherung wird auf die Literatur zur Bundeswaldinventur verwiesen.

Zuvor wurde eine Abschätzung nach der Methode BURSCHEL et al. (1993) vorgenommen, um die Größenordnungen der Hochrechnung einschätzen zu können. Diese Abschätzung basiert auf aggregierten Werten (Durchschnittsvorrat nach Baumartengruppen) und wurde nach zwei verschiedenen Methoden (veröffentlichte BWI-Ergebnisse und ACCESS-Abfragen) von zwei verschiedenen Personen durchgeführt. Die Ergebnisse stimmten überein.

Bei der Einzelbaumberechnungen, wurde ein Szenario „Burschel“ (siehe 14.5.1.1.1.2.6) mit gleichen Raumdichten, wie sie für die Abschätzung (nach aggregierten Werten) genommen wurden, berechnet. Diese Werte stimmten mit den Berechnungen aus den aggregierten Werten überein, sodass man sicher sein kann, dass die ACCESS-Abfragen grundsätzlich die richtigen Werte liefern; jedoch je nach Annahmen für die Raumdichten und Wurzel-Spross-Verhältnisse abweichende Ergebnisse.

Ein systematischer Fehler bleibt jedoch bestehen: die Verjüngung unterhalb der Derbholzschwelle konnte nicht geschätzt werden und ist in den Vorratsangaben nicht enthalten, weil die Volumenexpansionsfunktion auf den Derbholzvolumina aufbaut. Das

Fehlen von Verjüngungsvorräten ist eine systematische Unterschätzung des Gesamtvorrates.

14.5.1.1.2.3 Quellenspezifische Rückrechnungen

Mit der Durchführung der Bundeswaldinventur II im Jahr 2002 stehen neue Stichprobendaten zur Verfügung. Da es sich für die alten Bundesländer um eine Wiederholungsinventur auf den gleichen Stichprobenpunkten handelt, können hieraus auch für diese Länder die C-Vorratsveränderungen mithilfe der „Stock-Change-Method“ abgeleitet werden. Für die neuen Bundesländer war dies nur mit Einschränkungen möglich, da hier für den Zeitpunkt 1993 nur Forsteinrichtungsdaten zur Verfügung stehen.

Weiterhin wurde erstmals neben der oberirdischen auch die unterirdische Biomasse in der Berechnung berücksichtigt (siehe Methoden 14.5.1.1.1.1.2).

Die „Stock-Change-Method“ wurde für die neuen und alten Bundesländer angewandt und für den relevanten Zeitraum linear inter- und extrapoliert.

14.5.1.1.3 Neuwald (Land converted to Forest Land)

14.5.1.1.3.1 Beschreibung der Quellgruppe

Neue Waldflächen, entstehen durch Sukzession, Wiederbewaldung und Aufforstung, und speichern C-Äquivalente mit Beginn der Umwandlung. Streng genommen müssten hier die C-Vorräte vorheriger Landnutzungen abgezogen werden. Daten über eine eventuelle Vorbestockung (z.B. Einzelbäume, Hecken oder holzige Dauerkulturen) und ihre Biomasse - liegen jedoch nicht vor. Insgesamt wurden diese Vorräte als vernachlässigbar abgesehen, zumal die Größenordnung der Neuwaldflächen im Vergleich zur Gesamtwaldfläche äußerst gering erscheint (alte Bundesländer 2002: 121 kha zu 7.694 kha)

14.5.1.1.3.2 Methodische Aspekte

14.5.1.1.3.2.1 Neuwaldflächen

Nach IPCC GPG-LULUCF (2003) sind Neuwaldflächen 20 Jahre lang dieser Kategorie zuzuordnen. Über Flächenveränderungen vor der BWI I existieren jedoch keine vergleichbaren Daten. Für die alten Bundesländer erlaubt der direkte Vergleich zwischen BWI I und BWI II die Trennung von Neuwaldflächen und Entwaldungsflächen seit 1987. Die Neuwaldflächen zwischen BWI I (Stichjahr 1987) und BWI II (Stichjahr 2002) von 121,45 kha (ohne Nichtholzboden) können nach ihrer bisherigen Nutzung folgenden Kategorien zugeordnet werden:

Tabelle 176: Neuwaldflächen alter Bundesländer

Kategorie	Fläche [kha]	jhrl. Flächenzunahme [kha/a]
Acker und Dauerkulturen	30,57	2,04
Dauergrünland	45,46	3,03
Feuchtgebiete	15,67	1,04
Siedlungsgebiete	29,75	1,98

Für die Ableitung von Flächenangaben für die einzelnen Jahre wurde die Annahme getroffen, dass die Neuwaldflächen linear zwischen BWI I und II zugenommen haben. Sie werden vom Stichjahr der BWI I (1987) ausgehend kumuliert in den CRF-Tabellen dargestellt.

Betrachtet man diese Werte im Vergleich mit der Gesamtwaldfläche der alten Bundesländer von 7693,72 kha, so muss man von marginalen Flächenzugängen von 1,58% in 15 Jahren sprechen (beide ohne Nichtholzboden).

Bei den neuen Bundesländern kann lediglich die Nettozunahme der Waldfläche von 1993 bis 2002 um 174,56 kha festgestellt werden. Die Differenz wird als Neuwaldfläche betrachtet. Ihre jährliche Zunahme beträgt 17,46 kha/a; eine Zuordnung zu Ausgangskategorien ist mit Hilfe dieser Daten nicht möglich. Für die Flächenzunahme wurde ein linearer Anstieg zwischen 1993 und 2002 angenommen.

14.5.1.1.3.2.2 Biomasse-Vorräte Neuwaldflächen

Für die alten Bundesländer konnte für die Neuwaldfläche eine Einzelbaumberechnung (siehe 14.5.1.1.1.2.6) durchgeführt werden, die Verteilung der Vorräte nach Ausgangskategorien (Tabelle 177) ist jedoch flächengewichtet.

Tabelle 177: Vorrat Neuwaldfläche Ende 2002

Ausgangskategorie	Vorrat [Gg C]
Acker und Dauerkulturen	922
Dauergrünland	1.372
Feuchtgebiete	473
Siedlungsgebiete	897

Für die neuen Bundesländer mussten für diese Größe Annahmen getroffen werden. Die Flächenzunahme konnte nur als Nettozunahme gesehen werden, Flächenverluste fehlen daher. Für diese Flächenzunahme wurde ein linearer Anstieg zwischen 1993 und 2002 angenommen. Die Holzvorräte dieser Fläche können nur als Vorräte der 1. Altersklasse (0-20 Jahre, BWI II neue Bundesländer) angesehen werden. Zur Vorratsermittlung dieser Flächen wurde der Derbholzvorrat der Baumartengruppen der 1. Altersklasse in C-Vorräte umgerechnet. Der durchschnittliche C-Vorrat in der Biomasse dieser Fläche per Ende 2002 wurde aufgrund seines geringen Alters als die Hälfte des durchschnittlichen C-Vorrates der 1. Altersklasse angesehen. Dies ergibt einen Wert von 18,01 t C/ha, oder einen Gesamtvorrat für diese Flächen am Ende der Vegetationsperiode 2002 von 3.144 Gg C.

Die Biomassevorräte am Ende der Vegetationsperiode 2002 entsprechen der Vorratszunahme in der Biomasse über den gesamten Betrachtungszeitraum seit 1987 (alte

Bundesländer) bzw. 1993 (neue Bundesländer), wenn man von einer eventuellen Vorbestockung absieht. Diese Vorratszunahme wurde gewichtet und mit den jeweils im betreffenden Berichtsjahr erreichten Neuwaldflächen linear über den Betrachtungszeitraum interpoliert.

14.5.1.1.3.2.3 Vorräte in Totholz, Streu und Böden der Neuwaldflächen

Der Aufbau waldtypischer Vorräte in diesen Kompartimente nimmt in unseren Breiten Jahrzehnte in Anspruch. Die jährlichen Raten wurden, auch angesichts der insgesamt geringen Neuwaldfläche, als vernachlässigbar angesehen und im Treibhausgasinventar nicht berücksichtigt.

14.5.1.1.4 Entwaldungsflächen (Forest Land converted to Other Land)

14.5.1.1.4.1 Beschreibung der Quellgruppe

Die Waldflächen, die in eine andere Landnutzungsform umgewandelt wurden, 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 als C-Emission.

Die C-Vorratsverluste aus Totholz, Streu und Boden sowie Emissionen weiterer Treibhausgase konnten nicht genau beziffert werden. Die CRF-Tabellen enthalten deshalb nur die C-Verluste aus der ober- und unterirdischen Biomasse. Der aus Biomasseverlusten und der im jeweiligen Jahr seit 1987 erreichten Fläche abgeleitete „IEF“ nimmt von 1990 bis 2003 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 1987 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 kann neben CO_2-Emissionen weitere Treibhausgasemissionen nach sich ziehen.

14.5.1.1.4.2 Methodische Aspekte

14.5.1.1.4.2.1 Entwaldungsflächen

Die Entwaldungsfläche der alten Bundesländer (ohne Nichtholzbodenfläche) ist etwa halb so groß (67,33 kha bzw. 4,49 kha/a) wie die Neuwaldfläche. Die C-Emission die diesen Flächen zugeordnet werden muss, liegt aber, bedingt durch den aufstockenden Vorrat, höher als die C-Aufnahme durch die Neuwaldflächen.

Für die neuen Bundesländer kann diese Größe aus den vorhandenen Daten nicht angegeben werden.

14.5.1.1.4.2.2 Vorratsverlust der Entwaldungsflächen

In den alten Bundesländern konnte für diese Kategorie eine Einzelbaumhochrechnung durchgeführt werden (siehe 14.5.1.1.1.1.2). Die C-Emission, die diesen Flächen zugeordnet werden muss, liegt aber, bedingt durch den aufstockenden Vorrat, höher als die C-Aufnahme durch die Neuwaldflächen. Insgesamt ging in dieser Kategorie aus der Biomasse ein

Gesamtvorrat von 4.035 Gg C verloren. Dies entspricht bei linearer Interpolation einem jährlichen Verlust von 269 Gg C. Vereinfachend wurde angenommen, dass dieser C-Vorrat im Jahr der Umwandlung in die Atmosphäre emittiert wird.

Für die C-Vorratsverluste aus Totholz, Streu und Boden kann nur eine aller erste Grobschätzung nach Durchschnittsvorräten aus der BWI und der BZE (BMELF 1997) vorgelegt werden. Hierbei wurde angenommen, dass Totholz und Humusauflage vollständig abgebaut werden, während aus den obersten 30 cm des Mineralbodens ca. 30% des C-Vorrats verloren gehen. Die Ergebnisse werden hier nachrichtlich mitgeteilt, wurden jedoch nicht in die CRF-Tabellen aufgenommen.

Angesichts der großen räumlichen Variabilität sowohl der Totholz-, als auch der Humus- 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 178: Verluste aus Totholz, Humusauflage und Boden bei Entwaldung

Kategorie	Vorrat [Mg C/ha]	Vorratsverlust [Gg C]
Totholz	2,6	11,7
Humusauflage	18,0	80,8
Mineralboden (0-30 cm)	62,2	83,8
Summe	**82,8**	**176,3**

Für die neuen Bundesländer kann der Vorratsverlust aus Entwaldung nicht berechnet werden.

14.5.2 Ackerland, Grünland, Feuchtgebiete, Siedlungen und andere Flächen (5B/5C/5D/5E/5F)

14.5.2.1 Landflächenverteilung und Zuordnung der Nutzungskategorien

Zur Identifizierung der Landnutzungskategorien und der Landnutzungsänderung in Deutschland wurde in den vergangenen Jahren ein „wall to wall“ – Ansatz entwickelt, der für diesen Bericht erstmalig zur Anwendung kam. 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 Offizialstatistik verknüpft, um letztlich die Kohlenstoffvorratsänderungen im Boden und der Biomasse abschätzen zu können. Die Verarbeitung der Datensätze erfolgte mit kommerzieller GIS-Software (Arc-GIS, Fa. ESRI), sowie mit dafür entwickelter eigener Software. Diese Vorgehensweise gewährleistet die Transparenz, Konsistenz, Vergleichbarkeit und Vollständigkeit des Systems und der Berechnungsvorgänge.

14.5.2.1.1 Datenquellen und deren Anpassung

Folgende Datenquellen wurden für die Berichterstattung LULUCF verwendet:

1.) Basis-Digitales Landschaftsmodell des ATKIS® (AdV)
2.) Verwaltungsgrenzen-Datensatz des ATKIS®

3.) CORINE LAND COVER (BMU)
4.) Digitale Bodenkarte von Deutschland 1:1.000.000 (BUEK 1000) (BGR 1997)
5.) Daten der Bundeswaldinventuren I,II (BMELV
6.) Daten der deutschen Offizialstatistik (Destatis)
- Bodennutzungshaupterhebung 1991, 1999, 2003
- Ernteerhebung 1989 - 2005
- Daten Kreisreform 1998

Zur Ermittlung der Emissionsfaktoren

Boden:

- Literatur

Biomasse:

- Bodennutzungshaupterhebung 1991, 1999, 2003 (Destatis)
- Ernteerhebung 1989 – 2005 (Destatis)
- Daten der Kreisreform 1998 (Destatis)
- Statistisches Jahrbuch (BMVEL 2003, BMELV 2007)
- Daten der Bundeswaldinventuren I, II (BMELV)
- Literatur

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.

Herzstück des Systems zur Ausweisung der Landnutzung und Landnutzungsänderungen Ist das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem (ATKIS®) Deutschlands der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder (AdV). Das ATKIS® beschreibt die Oberfläche der Erde mit Digitalen Landschafts- und Geländemodellen. Basis der digitalen Landschaftsmodelle und Grundlage der deutschen LULUC-Berichterstattung ist das Basis–Digitale Landschaftsmodell (Basis-DLM). „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, http://www.adv-online.de/extdeu/broker.jsp?uMen=9db50769-dad3-19fa-6d78-79f08a07b51a). Der Informationsumfang des Basis-DLM orientiert sich am Inhalt der Topographischen Karte 1:25.000, weist jedoch eine höhere Lagegenauigkeit (angestrebt sind ± 3m) 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.

Die Daten des Basis-DLM werden von den Vermessungsverwaltungen der Bundesländer erhoben. Eine komplette Überarbeitung erfolgt jeweils alle 5 Jahre, sonst nach Bedarf; für

Flächen mit Spitzenaktualität, insbesondere was Flächenänderungen betrifft, z.B. Siedlungs- und Verkehrsflächen, wird eine Transferzeit in das ATKIS® von 3 – 12 Monaten angegeben. Die Überarbeitung der Länderdaten erfolgt jedoch nicht bundesweit zu einem Stichtag, so dass neue Vermessungsergebnisse der Länder laufend an das BKG übermittelt und in das ATKIS® eingepflegt werden. 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 mehr. Hier wurde auf CORINE-Landcover – Daten zurückgegriffen.
Bei der Zusammenstellung von Daten der Offizialstatistik zur Landnutzung ergaben sich Probleme, die der politischen Entwicklung in Deutschland nach 1989 geschuldet sind. Da die Wiedervereinigung erst im Oktober 1990 vollzogen wurde, wurden die ersten, nach einheitlichem Reglement gewonnenen statistischen Daten zur Landwirtschaftsfläche und Landnutzung für ganz Deutschland 1991 erhoben, das bedeutet, dass flächendeckend statistische Daten zur Landnutzung und Ernteerträgen erst seit 1991 vorliegen. Auch wurde die verwaltungstechnische Einteilung der Kreise infolge der Wiedervereinigung, vor allem in den neuen Bundesländern, neu geordnet, so dass die statistischen Daten von 1999 infolge der Umstrukturierung eine andere Bezugsfläche aufweisen, als die der Jahre davor. Da Kreise komplett weggefallen sind, andere neu geschaffen bzw. neu aufgeteilt wurden (z.T. aus mehr als 10 anderen Teilkreisen) sind die Daten seit 1999 bzw. die ATKIS®- und CORINE-Daten mit denen der Jahre davor in der gelieferten Form nicht vergleichbar. Daher wurden die Kreisflächen der Offizialstatistik von 1990 - 1998 anhand des Kreisverteilungsschlüssels der Kreisreform von 1998 neu berechnet und an die Datensätze seit 1999 angeglichen. So konnten die CORINE-Daten zur Identifizierung der Landnutzung und Landnutzungsänderungen für die Jahre 1990 – 2000 herangezogen und mit den Daten der Offizialstatistik in Relation gesetzt werden.

14.5.2.1.2 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. Tab. Y). Hierzu wurde ArcGis™ der Fa. ESRI eingesetzt. Die umfangreichen GIS Bearbeitungen wurden mittels selbst entwickelter Skripte, die in Visual Basic Script (VBS) abgefasst wurden, gesteuert. Für deren Codierung wurde auf das Dokument „Writing Geoprocessing Scripts With ArcGis“ (Writing_Geoprocessing_Scripts.pdf) der Fa. Esri zurückgegriffen. Vereinzelt kamen auch selbst entwickelte Win32 Programme zum Einsatz, die unter PowerBasic 8.3 (Fa. PowerBasic Inc.) geschrieben wurden. Aufgrund dieser Vorgehensweise sind die Vorgänge zur Manipulation der Datensätze transparent, konsistent und vergleichbar.

Die gesamte Bearbeitung wurde differenziert nach den Landkreisen Deutschlands (439) vorgenommen. Dies war erforderlich, da der Umfang bundesweiter GIS-Daten die Bearbeitungskapazität der vorhandenen Soft- und Hardware (Desktop PCs) derzeit noch überfordert.

Tabelle 179: Zuordnung von Hauptobjektartenschlüsselnummern und Attributen des ATKIS® sowie Schlüsselnummern der CORINE Landcover – Nomenklatur der Bodenbedeckungen zu den IPCC-Landnutzungskategorien

IPCC-Kategorie	Objektartenschlüssel ATKIS®	CORINE - Nomenklatur
Forestland	4107/4108 u. Attribute	311/312/313/324
Cropland	4101/4103/4109 u. Attribute	211/221/222/242/243
Grasland	4102/4104 u. Attribute	231/321/322/421
Wetlands	4105/4106 u. Attribute	411/412
Settlements	2100 – 3543 u. Attribute	111/112/121/122/123/124/131/132/133/ 141/142
Other Land	4110/4120/4199 u. Attribute	331/332/333/334/335

Durch die komplexen und aufwendigen Berechnungsvorgänge (rechentechnisch und zeitintensiv), konnte für einen Jahrgang ATKIS®-Daten die Landnutzung innerhalb der IPCC-Kategorien (versehen mit dem deutlich differenzierteren Objektartenschlüssel des ATKIS®) ausgewiesen werden. Diese Polygondatensätze 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 überschnitten (Intersection). Ergebnis dieses Schrittes ist die Auslese all der Flächen, bei denen sich die Landnutzung zwischen Ausgangs- und Folgejahr unterscheidet. Bedingt durch die Verfügbarkeit von Daten, des Entwicklungs- und des Rechenaufwandes, mussten die Zeiträume 2000 – 2005 und 2005 – 2007 zusammengefasst bearbeitet werden. Zukünftig sind Berechnungen von Jahr zu Jahr vorgesehen.

Über die Differenzbildung im Kohlenstoffvorrat der so ermittelten mineralischen Böden, bzw. über die Leitbodenassoziation festgestellte Zugehörigkeit zur organischen Bodenfraktion, konnte so 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.

14.5.2.1.3 Organische Bodenfläche

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 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). Da entsprechende digitale und analoge Bodenkarten fehlen, ist derzeit eine Ausweisung von

organischen Böden nach IPCC-Definition für Deutschland nicht möglich. Die Ausweisung der organischen Böden ist daher nicht vollständig. In einer Vorstudie „Organische Böden“ wird hier in den nächsten Jahren Abhilfe geschafft und im Maßstab 1:200.000 eine an die IPCC-Definition angepasste, georeferenzierte Karte der organischen Böden Deutschlands erarbeitet.

Die georeferenzierte Zuordnung der Landnutzung erfolgte für die Jahre 2000 – 2007 an Hand der BÜK 1000 und den ATKIS®-Daten, für die Jahre 1990 – 2000 an Hand der BÜK 1000 und den CORINE-Daten (modifiziert und normiert mittels ATKIS®).

14.5.2.2 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) Profilinformationen 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 72 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.

Da die Forstkonversionsflächen für Deutschland nur aggregiert vorlagen, wurde ein aus allen Kreisen und Bodentypen gemittelter Kohlenstoffvorrat für diese Böden zugrunde gelegt.

14.5.2.3 Veränderungen der Kohlenstoffvorräte in Boden und Biomasse

14.5.2.3.1 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 Review´s 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.

Daher wurde der prozentuale jährliche Kohlenstoffverlust bzw. -anreicherung gemessen am Ausgangsvorrat, errechnet anhand der Differenz zwischen Ausgangs- und Endvorrat sowie der Versuchsdauer, der gesamten Versuchsdauer gegenübergestellt, um den prozentualen jährlichen Verlust in Abhängigkeit von der Versuchsdauer und dem Gesamtverlust bzw. Gewinn vom Ausgangsvorrat zu ermitteln. Die Ergebnisse sind in Abbildung 39 und Abbildung 40 dargestellt.

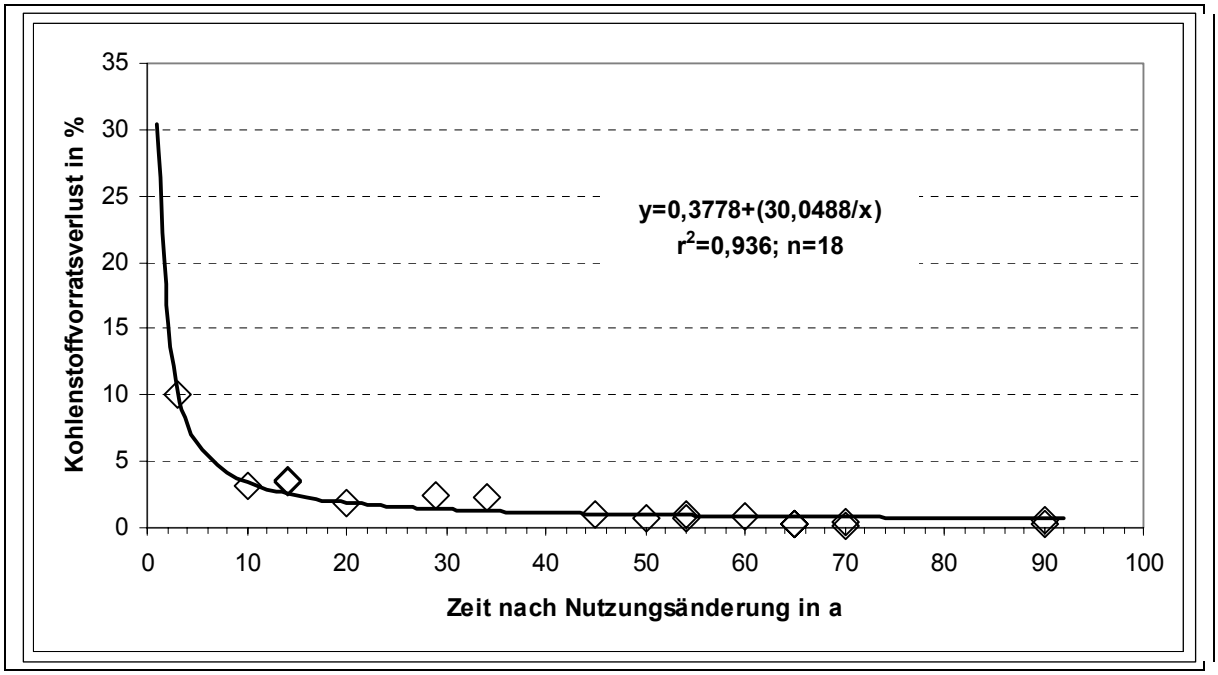


Abbildung 39: Beziehung zwischen prozentualem jährlichen Kohlenstoffverlust des Ausgangsvorrates und der Versuchsdauer nach Landnutzungsänderung (Grünland, Dauerkultur, Brache, Wald zu Ackerland (annual crops)).

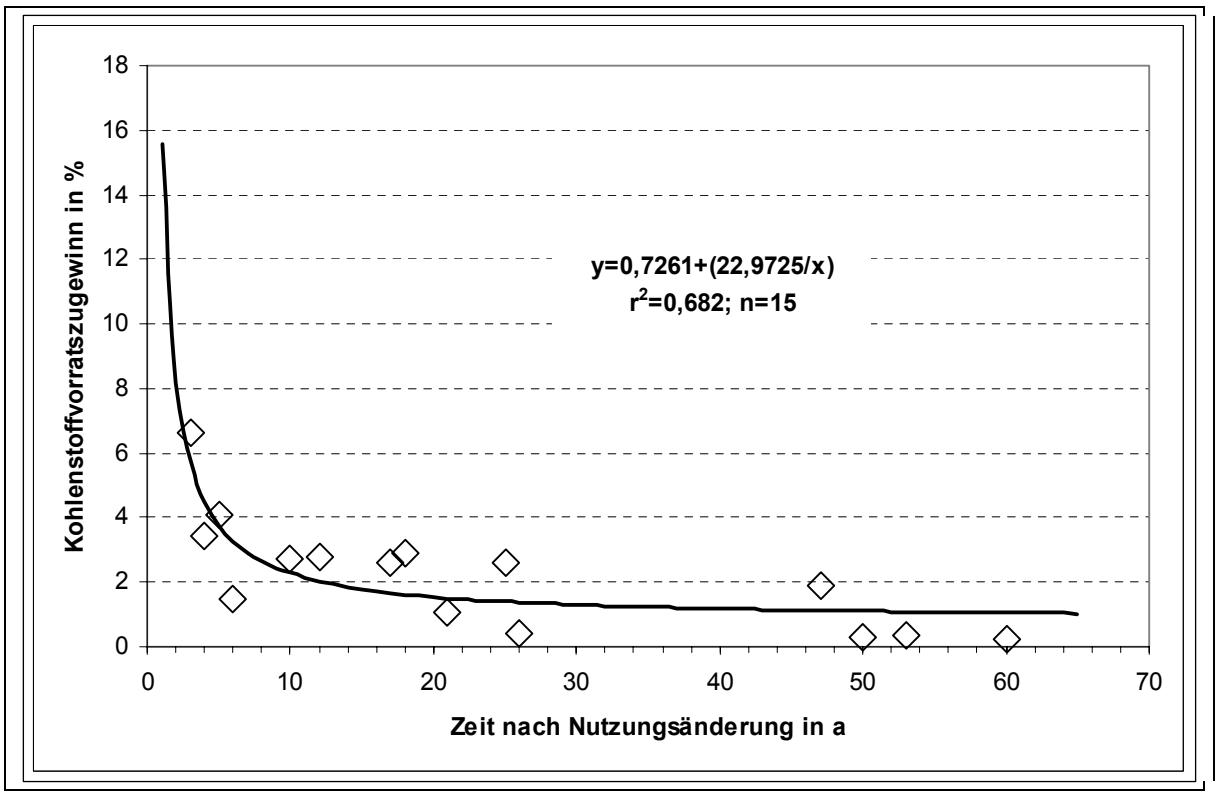


Abbildung 40: Beziehung zwischen prozentualer jährlicher Kohlenstoffanreicherung des Ausgangsgehaltes und Versuchsdauer nach Landnutzungsänderung (Ackerland (annual crops) zu Grünland, Dauerkultur, Brache, Wald).

Die hochsignifikanten inversen Funktionen verdeutlichen, dass die stärksten Veränderungen des C-Vorrates infolge von Landnutzungsänderungen in den ersten Jahren, im Wesentlichen im ersten Jahr nach der Nutzungsänderung auftreten. Das bedeutet, dass in den Folgejahren die Kohlenstoffvorratsänderungen in den Böden gegenüber denen im ersten Jahr gering

sind. Dies gilt für Kohlenstoffverluste (in der Regel Umwandlung von Acker in Grünland) als auch für Kohlenstoffanreicherung (in der Regel Grünland zu Acker). Allerdings sind die Verluste im ersten Jahr fast doppelt so groß wie die Zugewinne. Diese Ergebnisse und andere Berechnungen (mittels multipler Regression) zeigen auch, dass die Kohlenstoffvorratsunterschiede bezogen auf 20 Jahre gegenüber dem ersten Jahr beim Zugewinn durchschnittlich nur ca. 5 % vom Ausgangsgehalt betragen, beim Verlust ca. 1%.

Daraus folgt, dass der in der IPCC GPG LULUCF (2003) geforderte Zeitraum, der der Gewinn- bzw. Verlustrechnung zugrunde liegen soll, im Falle des Verlustes zu lang, im Falle des Zugewinns zu kurz scheint. Der Betrag der Vorratsveränderung wird daher im ersten Jahr nach Nutzungsänderung in Rechnung gestellt und zwar einmalig für das Jahr der Feststellung. Somit wird in der deutschen Berichterstattung auf den gleitenden Durchschnitt von 20 Jahren (gemäß IPCC, 2003) zum einen aus inhaltlich fachlichen Gründen verzichtet; zum anderen wegen des unangemessen hohen Aufwandes zur Erreichung der erforderlichen hohen räumlichen Disaggregierung der Veränderungen über 20 Jahre und die damit verbundene IT-technische Datenhaltung und Pflege. Abgesehen davon sind Nutzungsänderungen in der Landwirtschaft eher kurz- bis mittelfristig, so dass in der Regel von einer erneuten Umnutzung vor Einstellung des „endgültigen Gleichgewichts“ ausgegangen werden kann (vergleiche Kap. 14.5.2.6.1), somit das Verfahren der Realität bei einer Pauschalbetrachtung näher kommt.

Aus den in Abbildung 39 und Abbildung 40 dargestellten Formeln und mit der Festlegung, dass Vorratsänderungen einmalig im Jahr der Feststellung (x=1) anzurechnen sind, ergeben sich daher für Bodenkohlenstoff die in Tabelle 180 aufgeführten Emissionsfaktoren:

Tabelle 180: 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.	15,56
$Crop_{peran.}$	7,78	-15,21		7,78	15,56	k.V.	7,78
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.

14.5.2.3.2 Ableitung der Berechnungsgrößen (Emissionsfaktoren) für Biomasse

14.5.2.3.2.1 Forst, Dauerkulturen, Feuchtgebiete und Gehölze im Siedlungsbereich

Der Abschätzung der Kohlenstoffvorräte in der Waldbiomasse wurde der für Deutschland ermittelte Durchschnittswert der Bundeswaldinventur zugrunde gelegt; dieser beträgt 121,13 t C/ha. 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.

14.5.2.3.2.2 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 1991, 1995, 1999, 2003 und der Ernteerhebungen 1989 – 2005 (DESTATIS) 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 Offizialstatistik, bzw. für Deutschland aus dem Statistischen Jahrbuch (BMVEL, 2003) 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 181).

Tabelle 181: 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.

14.5.2.4 Kalkung

Die jährlichen Angaben für die Kalkung entstammen der Offizialstatistik (DESTATIS, Fachserie 4, Reihe 8.2). Die Methodik der Gewinnung ist in DÄMMGEN et al. 2008 dargestellt. Die Emissionen werden aus den verkauften Produktmengen abgeleitet. Da die Unternehmen die gesetzliche Auskunftspflicht haben, ist die Datensammlung vollständig. Die Daten geben keine direkte Information 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 (Acker- bzw. Grünland) differenziert werden. Unterschiede zwischen tatsächlicher Ausbringung und Verkaufsmengen können auftreten:

- wegen Änderungen in Handelslagerbeständen
- wegen Nutzung des Düngers außerhalb der Land- und Forstwirtschaft, d.h. auf Privatflächen, Gärten, Sportanlagen.

14.5.2.5 Bestimmung der N_2O – Emissionen nach Konversion in Ackerland

Die Bestimmung der N_2O-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 N_2O-N/t N verrechnet und somit die N_2O-Emissionen bestimmt.

14.5.2.6 Unsicherheiten

14.5.2.6.1 Flächenausweisung

Die Fehler bei der Landnutzungsausweisung sind sehr gering und bedingen sich im Fehler der Ausgangsdatensätze. Die Qualitätssicherung und –kontrolle der ATKIS®-Datensätze erfolgt im BKG. Der angegebene Fehler betreffs der Lagegenauigkeit der Punkte im B-DLM beträgt ± 3 m. Doppelzählungen von Flächen ist durch den „wall to wall"-Ansatz und die Georeferenzierung der einzelnen Polygone und die eindeutige Identifizierungsnummer ausgeschlossen.

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). Der größte Fehler von 3 % tritt in der Kategorie Settlements in den Jahren 2000 – 2005 auf. Ursache hierfür sind die Schwierigkeiten bei der Zusammenführung der Objektartenschlüssel der „alten" ATKIS®-Version von 2000 und derjenigen von 2005.

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 deutlich < 1 % sind.

Ein weiterer, in seiner absoluten Größenordnung, noch nicht abschätzbarer Fehler wird durch die unterschiedlichen Auswertungsmaßstäbe von ATKIS®- (1:25.000; Erhebungsmaßstab bis 1:5.000) und Corine-Daten (1:250.000) verursacht. Auch die Erstellungsweise (ATKIS® basiert auf den Daten der Landesvermessung; CORINE auf Fernerkundungsdaten von Satelliten hauptsächlich des Landsat-Programmes) ist entscheidend. So kommt es in den CORINE-Daten zu deutlichen Fehleinschätzungen insbesondere bezüglich der landwirtschaftlich genutzten Flächen. Der Grünlandanteil wird deutlich unter- (um ca. 26%), der Ackerlandanteil deutlich überschätzt (ca. 16 %) (GENSIOR 2004). Dies führt zu einer Inkonsistenz der Ergebnisse für die Zeiträume 1990-2000 und 2000-2007.

14.5.2.6.2 Flächenausweisung, Kohlenstoff- und Stickstoffvorräte mineralischer Böden

Den vorläufigen C_{org}-Vorratsschätzungen für die Landwirtschaft liegt die einzige für das Bundesgebiet flächendeckend vorhandene Bodenkarte im Maßstab 1: 1 000.000 (BUEK 1000) zu Grunde. Diese integriert Bodeninformationen großflächig und aggregiert Kennwerte in Klassen. Entsprechend sind die Streumaße für die aus diesen Angaben abgeschätzten Kohlenstoffvorratsänderungen sehr groß. Der Range der Vorratsänderungen im Boden beträgt zwischen 45 % - 53 % des berichteten Mittelwerts. Die Kurvenanpassungen zur Ermittlung der Emissionsfaktoren (Abbildung 39 und Abbildung 40) sind hoch signifikant und erklären 93,6 % bzw. 68,2 % der Varianz. Der Standardfehler der Schätzung beträgt bei Grünland/Wald/Brache zu Ackerland 0,6 $\%*a^{-1}$, bei Ackerland zu Grünland Wald/Brache 1,01 $\%*a^{-1}$ vom Ausgangsvorrat an Bodenkohlenstoff.

Aufgrund der Vorgehensweise bei der N_2O-Abschätzung pflanzen sich die Fehler, die bei der Bestimmung der Kohlenstoffvorräte auftraten, fort. Zusätzlich steigt die Unsicherheit durch

die Anwendung des Default-Verfahrens, dem wissenschaftlich verbesserungsbedürftige Annahmen zugrunde liegen.

Die Unsicherheiten genauer zu beziffern ist derzeit nicht möglich, da alle Parameter, die die N_2O-Bildung und -Freisetzung tatsächlich beeinflussen, in der Fläche sehr stark variieren und nach GPG (2003) zur Ermittlung nicht herangezogen werden.

14.5.2.6.3 Flächenausweisung, Treibhausgasemissionen organischer Böden

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 fehlerhaften Ausweisung der organischen Böden zu suchen.

Aufgrund der unterschiedlichen Definitionen von organischen Böden, – IPCC einerseits, Deutsche Kartieranleitung andererseits –-, wurde bisher nur ein Teil der organischen Böden in die deutsche Emissionsabschätzung einbezogen. In Deutschland werden unter organischen Böden im wesentlichen Moore verstanden (insgesamt ca. 18.000 km^2). Im IPCC - Reglement (IPCC 2003, 2006) werden organische Böden angelehnt an die World Reference Base for Soil Resources (WRB (FAO 1998)) als Histosole definiert. Bodengesellschaften, welche Histosole, die keine Moore sind, in größerem Umfang enthalten können, bedecken in Deutschland eine Fläche von ca. 67.000 km^2. Folglich wird bei der deutschen Berichterstattung derzeit ein erheblicher Teil der organischen Böden regelwidrig nicht berücksichtigt. Für diese Böden fehlen sowohl die Typisierung und Flächenausweisung (nach WRB), als auch Emissionsfaktoren.

14.5.2.6.4 Flächenausweisung und Kohlenstoffvorräte in der Biomasse

Die Fehler zur Bestimmung der Biomasseverfahren durch das hier zur Anwendung kommende Abschätzungsverfahren (Ermittlung eines mittleren Kohlenstoffemissionsfaktors für jeden Landkreis, Nutzung von Ländererntedaten 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.

14.5.2.7 Geplante Verbesserungen

Folgende Maßnahmen werden in den nächsten Jahren zur Verbesserung des LULUCF-Inventars umgesetzt:

1. Verbesserung der Berichtsgrundlagen für die Hauptquellgruppe „organische Böden“ mittels der Durchführung der Vorstudie „organische Böden“ – Ermittlung und Bereitstellung von Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren für die Klimaberichterstattung LULUCF/AFOLU

- In diesem Projekt werden die Aktivitätsdaten zu organischen Böden gemäß IPCC-Definition generiert. Des Weiteren werden bundesweit Emissionsfaktoren für CO_2, N_2O und CH_4, in Abhängigkeit von Bodentyp, Klimaregion und Nutzung ermittelt. Diese sollen zur Parametrisierung und Validierung mathematischer Modelle verwendet werden. Die Ergebnisse dieses Projektes werden kontinuierlich in die Berichterstattung einfließen.

2. Ermittlung von Emissionsfaktoren für mineralische Böden durch

- Auswertung der Ergebnisse aller deutschen Bodendauerbeobachtungsflächen
- Durchführung einer bundesweiten Bodenkohlenstoffinventur auf Nichtwaldflächen

Die Ergebnisse dieser Studien dienen ebenfalls zur Parametrisierung und Validierung von mathematischen Modellen.

3. Ermittlung von Emissionsfaktoren für Biomasse außerhalb von Wäldern. In der Vorstudie „Methodische Erfassung der Biomasse mehrjährig verholzter Pflanzen außerhalb von Wäldern“ werden der Kohlenstoffvorrat in der Biomasse von Obst-, Reben- und Heckengehölzen ermittelt und Expansionsfaktoren für diese Pflanzen abgeleitet.
4. Georeferenzierte Zuordnung von Management- und Biomassedaten zu über das ATKIS® ermittelten Landwirtschaftsflächen, durch Aufsetzen der InVeKoS-Daten. Methodische Untersuchungen durch Vorstudie „Methodenentwicklung für die Landnutzungsanalyse und zur Abbildung und Bewertung von Maßnahmen zur Minderung von Treibhausgasemissionen im Agrarsektor“
5. Verbesserung der ATKIS® – Datenverarbeitung:

- Verbesserung der Berechnungsalgorithmen
- Entwicklung eines einheitlichen Systems zur Datenhaltung und –verarbeitung
- Minimierung der Unsicherheiten durch Normierung der Datensätze und Ersatz der ungenauen vg250 Daten durch aus dem Basis-DLM abgeleiteter Verwaltungsgrenzen.

6. Verbesserung der Rekonstruktion der Landnutzung und Landnutzungsänderung für die Jahre 1990 – 2000, durch Angleichung der CORINE- an die ATKIS® - Datensätze.
7. Verbesserung der Aktivitätsdaten im Siedlungs- und Verkehrsbereich sowie Ableitung von Emissionsfaktoren für Böden in dieser Landnutzungskateghorie.

14.6 Weitere detaillierte methodische Beschreibungen für die Quellkategorie Abfall und Abwasser (6)

14.6.1 Abfall (6.A)

14.6.1.1 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 z.B. ZSE Modulname oder geeignetes Aggregat innerhalb des angegebenen CRF-Codes [1]	ggf. weitere Quelldifferenzierung [2]	ggf. ZSE Zeitreihen-ID	Wertetyp (EF / EM / AR)	Falls EF / EM: Schadstoff	Basisjahr 1990 [4] Unsicherheit [+/-%] [3]	Basisjahr 1990 [4] Verteilungstyp [5]	2002 Unsicherheit [+/-%] [3]	2002 Verteilungstyp [5]	Bemerkungen zu Erwägungsgründen, Literaturquellen etc.	Geschätzt durch
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)

14.6.2 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.

14.6.3 Bestimmung der Lachgasemissionen in der Abwasserbehandlung (6.B.2)

Es gelten die Ausführungen des Kapitels 14.6.3 im NIR 2008.

15 ANHANG 4: CO_2 REFERENZVERFAHREN UND VERGLEICH MIT DEM SEKTORANSATZ UND RELEVANTE INFORMATIONEN ZUR NATIONALEN ENERGIEBILANZ

Darlegungen zum CO_2 Referenzverfahren und ein Vergleich mit dem Sektoransatz und relevante Informationen zur nationalen Energiebilanz finden sich im Kapitel 3.1.8.

16 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.

Tabelle 182: Vollständigkeit - Übersicht der Quellen und Senken, deren Emissionen nicht geschätzt (not estimated, NE) werden

Treibhausgas	Quellgruppe	Erklärung
Kohlenstoff	5.A.2 Land converted to Forest Land	Since in our latitudes it takes decades for typical forest stocks to develop in these categories, the annual increase was considered negligible and not taken into account in the greenhousegas inventory
Kohlenstoff	5.B.2 Land converted to Cropland	No estimations for Germany available.
Kohlenstoff	5.C.2 Land converted to Grassland	No estimations for Germany available.
Kohlenstoff	5.D.2 Land converted to Wetlands	No estimations for Germany available.
Kohlenstoff	5.E.2 Land converted to Settlements	No estimations for Germany available.
Kohlenstoff	5.F.2 Land converted to Other Land	No estimations for Germany available.
CH4	1.B.2.A.1 Exploration	no data available yet
CH4	1.B.2.A.6 Other	no data available yet
CH4	1.B.2.C.1 Venting	no data available yet
CH4	1.AA.2.E Food Processing, Beverages and Tobacco	No available data for 1A2e. If there were an input of gaseaus fuels in this industriel sector it is reported under 1A2f other (unspecified plants).
CH4	1.AA.3.B Road Transportation	There is no data available for use of natural gas in road transport.
CH4	1.AA.3.B Road Transportation	There is no data available on CH4 emissions from lubricants.
CH4	1.AA.3.C Railways	The German Energy Balance no longer provides data on the use of solid fuels for Railways.
CH4	1.C1.B Marine	There is no data available for the use of Lubricants in International Navigation.
CH4	1.B.2.D Geothermal	no data available yet
CH4	2.C.1.4 Coke	will be checked
CH4	2.C.2 Ferroalloys Production	will be checked
CH4	2.C.3 Aluminium Production	will be checked
CH4	5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	Forest land cf. NIR 7.1.1.1.3: No reliable data is available for reporting of non-CO2-emissions from drainage of forest soils.
CH4	5.C.2.1 Forest Land converted to Grassland	See above.
CH4	5.D.2 Land converted to Wetlands	Emissions from this source category are currently not being reported according appendix 3a.3 IPCC GPG.
CH4	5.D.2.1 Forest Land converted to Wetlands	Emissions are not estimated according appendices 3a.2, 3a.3 and 3a.4 of the IPCC GPG for LULUCF.
CH4	5.E Settlements	No data available.
CH4	5.E.1 Settlements remaining Settlements	No estimations for Germany available.
CH4	5.F Other Land	No estimations for Germany available.
CH4	5 Forest Land converted to Other Land-Use Categories	No reliable data is available for reporting on CH4, NOx, CO, NMVOC emissions.
CH4	5 Grassland converted to Other Land-Use Categories	No reliable data is available for reporting on CH4, NOx, CO, NMVOC emissions.
CH4	5.G Harvested Wood Products	According to IPCC GPG 2003 HWP do not have to be reported (p.1.11 chp.1.7).
CH4	5.G C from lime to forest	Germany only reports emissions of CO2 due to liming of forest soils, other categories are reported in respective categories.
CO2	1.B.1.B Solid Fuel Transformation	no data available
CO2	1.B.2.A.2 Production	no data available yet
CO2	1.B.2.C Venting and Flaring	no data available yet
CO2	1.AA.2.E Food Processing, Beverages and Tobacco	No available data for 1A2e. If there were an input of gaseaus fuels in this industriel sector it is reported under 1A2f other (unspecified plants).
CO2	1.AA.3.B Road Transportation	There is no data available for use of natural gas in road transport.

Treibhausgas	Quellgruppe	Erklärung
CO2	1.AA.3.C Railways	The German Energy Balance no longer provides data on the use of solid fuels for Railways.
CO2	1.C1.B Marine	There is no data available for the use of Lubricants in International Navigation.
CO2	1.B.2.D Geothermal	no data available yet
CO2	2.C.1.4 Coke	will be checked.
CO2	5.C.2.1 Forest Land converted to Grassland	Forest land: 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. Emissions of other ghg were considered negligible, since areas burned are small cf. NIR 7.1.1.1.3
CO2	5.D.2.1 Forest Land converted to Wetlands	Emissions are not estimated according appendices 3a.2, 3a.3 and 3a.4 of the IPCC GPG for LULUCF.
CO2	5.F Other Land	No estimations for Germany available.
CO2	5.G Harvested Wood Products	According to IPCC GPG 2003 HWP do not have to be reported (p.1.11 chp.1.7).
CO2	5.G C from lime to forest	See above.
N2O	1.B.2.A.1 Exploration	no data available yet
N2O	1.B.2.C.2 Flaring	no data available yet
N2O	1.AA.2.E Food Processing, Beverages and Tobacco	No available data for 1A2e. If there were an input of gaseaus fuels in this industriel sector it is reported under 1A2f other (unspecified plants).
N2O	1.AA.3.B Road Transportation	There is no data available for use of natural gas in road transport.
N2O	1.AA.3.B Road Transportation	There is no data available on N2O emissions from lubricants.
N2O	1.AA.3.C Railways	The German Energy Balance no longer provides data on the use of solid fuels for Railways.
N2O	1.C1.B Marine	There is no data available for the use of Lubricants in International Navigation.
N2O	5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	Forest land cf. NIR 7.1.1.1.3: No reliable data is available for reporting of non-CO2-emissions from drainage of forest soils.
N2O	5.C.2.1 Forest Land converted to Grassland	See above.
N2O	5.D.2 Land converted to Wetlands	Emissions from this source category are currently not being reported according appendix 3a.3 IPCC GPG.
N2O	5.D.2.1 Forest Land converted to Wetlands	Emissions are not estimated according appendices 3a.2, 3a.3 and 3a.4 of the IPCC GPG for LULUCF.
N2O	5.E Settlements	No estimations for Germany available.
N2O	5.F Other Land	No estimations for Germany available.
N2O	5.G C from lime to forest	Germany only reports emissions of CO2 due to liming of forest soils, other categories are reported in respective categories.

Tabelle 183: Vollständigkeit – Übersicht der Quellen und Senken, die an anderer Stelle berichtet werden (included elswhere, IE)

Quellgruppe	Treibhausgas	Erklärung
1.AA.2.A Iron and Steel - Other Fuels	CO2	emissions are reported under 2C1
1.AA.2.A Iron and Steel - Other Fuels	CH4; N2O	emissions are reported under 1A1a and 1A2f (blast furnace gas combustion)
1.AA.2.B Non-Ferrous Metals - Gaseous Fuels	CO2; CH4; N2O	reported under 1A2f other because of confidential data
1.AA.2.C Chemicals	CO2; CH4; N2O	emissions are reported under 1A2f other
1.AA.2.D Pulp, Paper and Print	CO2; CH4; N2O	emissions are reported under 1A2f other
1.AA.2.F Other - Glass Wares	CO2; CH4; N2O	reported under 1A2f other because of confidential data
1.AA.2.F Other - Lime	CO2; CH4; N2O	reported under 1A2f other because of confidential data
1.AA.2.F Other - Ceramics	CO2; CH4; N2O	reported under 1A2f other because of confidential data
1.B.1.A.2.2 Post-Mining Activities	CH4	considered in 1.B.1.A.2.1
1.B.2.B.1 Exploration	CO2	considered in 1.B.2.a.i
1.B.2.B.1 Exploration	CH4	will be considered in 1.B.2.a.i as soon as data are available
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.2.1 Flaring - Oil	CH4	considered in 1.B.2
1.B.2.C.2.1 Flaring - Gas	CH4	considered in 1.B.2
1.B.2.C.2.1 Flaring - Combined	CH4; N2O	considered in 1.B.2
2.A.3 Limestone and Dolomite Use	CO2	data of limestone and dolomite use is estimated and reported under the using categories (see categories 1.A.1.a, 2.A.7, 2.C.1)
2.A.4.2 Soda Ash Use	CO2	emissions of using are estimated in using categories
2.A.7.2a - Ceramic production	CO2	see 2.A.7.2b bricks an tiles
2.B.5 Other - N2O for Medical Using	N2O	The laughing gas production emissions are included in 3D the emissions from anaestheticum use
2.C.1.2 Pig Iron	CO2	is considered in oxygen steel
2.C.1.2 Pig Iron	CH4	is considered in CRF 1A2
2.C.1.3 Sinter	CO2; CH4	is considered in CRF 1A2
2.C.5 Other - Magnesium production	SF6	SF6 emissions are reported under 2.C.4 Aluminium and Magnesium Foundries
2.F.1 Refrigeration and Air Conditioning Equipment	HFCs; SF6; PFCs	The potential emissions of production, import, export and destroyed amounts are all reported together under total potential emissions
2.F.2 Foam Blowing	SF6	The potential emissions of production, import, export and destroyed amounts are all reported together under total potential emissions
2.F.3 Fire Extinguishers	SF6	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	SF6	The potential emissions of production, import, export and destroyed amounts are all reported together under total potential emissions
2.F.7 Semiconductor Manufacture	HFCs; SF6; PFCs	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.9 Other	HFCs; 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
4.D.1 Direct Soil Emissions	CH4	included in 4.D.4 CH4-consumption

Quellgruppe	Treibhausgas	Erklärung
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land - Wildfires	CO2	Forest land: 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. Emissions of other ghg were considered negligible, since areas burned are small cf. NIR 7.1.1.1.3
5.B.1 Cropland remaining Cropland - Dolomite CaMg(CO3)2	CO2	As data cannot be differentiated with regard to types of application (dolomite or lime) dolomite use is included on limestone use. Cropland contains the sum of lime applications to cropland and grassland
5.B.2 Forest Land converted to Cropland	N2O	Included in 4.D
5.C.1 Grassland remaining Grassland - Limestone CaCO3	CO2	As data cannot be differentiated with regard to types of application (dolomite or lime) dolomite use is included on limestone use. Cropland contains the sum of lime applications to cropland and grassland
5.C.1 Grassland remaining Grassland - Dolomite CaMg(CO3)2	CO2	As data cannot be differentiated with regard to types of application (dolomite or lime) dolomite use is included on limestone use. Cropland contains the sum of lime applications to cropland and grassland
5.G Other - C from lime to forest - Dolomite CaMg(CO3)2	CO2	As data cannot be differentiated with regard to types of application (dolomite or lime) dolomite use is included on limestone use. Cropland contains the sum of lime applications to cropland and grassland
5.G. Other - 5.B.2.4 Settlements converted to Cropland	N2O	Included in CRF 4 D

17 ANHANG 6: ZUSATZINFORMATIONEN ALS BESTANDTEIL DES NIR ODER ANDERE HILFREICHE REFERENZINFORMATIONEN

17.1 Zusatzinformationen zur Inventarerstellung und zum Nationalen System

17.1.1 Festlegungen im Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung

Durch das Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung haben die Staatssekretäre vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU); Bundesministerium des Innern (BMI); Bundesministerium der Verteidigung (BMVg); Bundesministerium der Finanzen (BMF); Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi); Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) die Zuständigkeiten für die Quell- und Senkengruppen sowie die notwendige Finanzierung für 2008 geregelt. Die Vereinbarung lautet:

BMU, BMI, BMVg, BMF, BMWi, BMVBS, BMELV Berlin, den 05.06.2007

Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung

Die Staatssekretäre der betroffenen Ressorts stellen zum Thema „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung nach Art. 5(1) Kyoto-Protokoll einvernehmlich fest:

1. *Das Umweltbundesamt, Fachgebiet I 4.6[91] „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 Sen-kengruppen 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*

[91] Anm. des Autors: aktuell I 2.6.

Entscheidung 280/2004/EG und des Art. 2 Abs. 1 der Durchführungsbestimmungen zur Berechnung der Emissionen in den Quell- und des Abbaus in den Senkengruppen erforderlich sind. Die Erstellung des Inventars erfolgt jährlich. Dabei ist die Durchführung einer Qualitätskontrolle nach den Anforderungen des Art. 12 der Durchführungsbestimmungen sicherzustellen. Ebenso ist eine nachweisbare Dokumentation und Archivierung erforderlich.

Bestehende Datenflüsse, etwa auf der Grundlage freiwilliger Vereinbarungen oder gesetzlicher Vorschriften sollen nicht grundlegend geändert, sondern nur ggf. vervollständigt und verbessert werden, um eine verlässliche Datengrundlage zu schaffen. Daher ist mit der Zuständigkeit nicht zwingend die Erhebung und Weitergabe von Daten verbunden. Für die Aufgabenverteilung zwischen BMU/UBA, BMVBS und BMWI wird insbesondere auf Anlage 1 verwiesen.

Die Zuständigkeiten für die Sicherstellung der Datenlieferung an die Nationale Koordinierungsstelle sowie die Qualitätskontrolle, Dokumentation und Archivierung der Daten verteilen sich wie folgt auf die Ressorts:

a) Für die Quellgruppe 1 (Energie) ist - mit Ausnahme der Quellgruppen 1.A.3 (Verkehr) und 1.A.5a (Energie: Sonstige), soweit Emittenten der Bundeswehr betroffen sind, - das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie zuständig.

b) Für die Quellgruppen 2 (Produktionsprozesse) und 3 (Verwendung von Lösemitteln und anderen Erzeugnissen) ist das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie zuständig.

c) für die Quellgruppe 1.A.3 (Verkehr) ist das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung zuständig.

d) Für die Quellgruppe 1.A.5a (Energie: Sonstige) ist, soweit Emittenten der Bundeswehr betroffen sind, das Bundesministerium für Verteidigung zuständig. Soweit Daten der Geheimhaltung unterliegen, werden vom Umweltbundesamt die Erfordernisse der Geheimhaltung berücksichtigt.

e) Für die Quell- und Senkengruppen 4 (Landwirtschaft) und 5 (Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft, ist das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz zuständig.

f) Für die Quellgruppe 6 (Abfall) und Quellgruppe 7 sowie die Treibhausgas-Emissionen aus der Verbrennung von Biomasse, ist das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zuständig.

g) Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz ist auch für die Erstellung der Tabellen im einheitlichen Berichtsformat nach Art. 2 Abs. 2 Buchstabe a der der Entscheidung 2005/166/EG (Durchführungsbestimmungen) in den Quell- und Senkengruppen 4 und 5.

Grundsätzlich sind für Durchführungsaufgaben der amtlichen Statistik einschließlich Datenlieferung, Qualitätskontrolle, Dokumentation und Archivierung der Daten die nach den einschlägigen Statistikvorschriften bestimmten Behörden zuständig. Die Zusammenarbeit der statistischen Ämter des Bundes und der Länder mit den mit der Berichterstattung befassten Stellen erfolgt durch das Statistische Bundesamt. Dabei ist die statistische Geheimhaltung sicher zu stellen.

4. *Die zuständigen Ressorts klären kurzfristig, wie die anforderungsgerechte Bereitstellung der Daten dauerhaft sichergestellt wird, soweit dies nicht schon der Fall ist. Insbesondere betrifft*

dies Vereinbarungen, Verordnungen oder Gesetze, die zur Institutionalisierung des Nationalen Systems erforderlich werden. Freiwillige Vereinbarungen mit Verbänden und/oder Einzelunternehmen stehen gesetzlichen Vorschriften für die Zwecke der Emissionsberichterstattung grundsätzlich gleich. Umweltbundesamt und Statistisches Bundesamt prüfen, wie im Abstimmungsgespräch am 12.09.2006 vereinbart, darüber hinaus, welche Daten aus dem amtlichen statistischen System für die Berichterstattung bereit gestellt werden können oder nach ihrer Auffassung zusätzlich über das amtliche statistische System erhoben werden sollen. Die Ressorts, UBA und Statistisches Bundesamtübermitteln ihre entsprechenden Vorschläge bis zum 15.07.2007 an das BMU.

5. *Bis zum 31.07.2007 wird BMU die beteiligten Ressorts zur Abstimmung der Vorschläge und Festlegung eines Fahrplans zur Implementierung der notwendigen Instrumente einladen. Die zuständigen Ressorts bzw. die Bundesregierung werden die Etablierung der erforderlichen Instrumente schnellstmöglich veranlassen.*

6. *Soweit für die Wahrnehmung der unter 3. genannten Zuständigkeiten zusätzliche Mittel erforderlich sind, werden diese aus den Einnahmen des Verkaufs von AAUs finanziert, in Erweiterung der Vereinbarung der Staatssekretäre vom 22.12.2006 zu Artikel 3.4 Kyoto-Protokoll.*

   Hierzu wird bereits für das Haushaltsjahr 2008 ein Einnahmetitel im Einzelplan 16 eingerichtet. Die zu finanzierenden Mehrbedarfe werden nach Prüfung durch BMF als Ausgaben in den Einzelplänen der Ressorts ausgewiesen. Die Nachmeldungen der Ressorts hierzu müssen bis zum 6.6.2007 gegenüber BMF erfolgen.

   Sollten über den in im Haushalt 2008 festgestellten Mehrbedarf hinaus in den kommenden Jahren zusätzliche Haushaltsmittel erforderlich sein, werden in den darauf folgenden Jahren im entsprechenden Umfang zusätzliche AAUs veräußert.

[…]

Anlage: Aufgabenverteilung zwischen BMU/UBA, BMVBS und BMWI

Zwischen BMU, BMVBS und BMWi besteht Einigkeit, dass die bisherigen Strukturen der Emissionsberichterstattung beibehalten werden sollen und UBA auch weiterhin seine bisherigen Aufgaben in den Quellgruppen 1, 1.A.3, 2 und 3 ausübt. BMVBS und BMWi stellen sicher, dass etwaige Datenlücken in den Quellgruppen, für die sie zuständig sind, geschlossen werden.

Im Einzelnen:

BMWi:

Zur Quellgruppe 1: Die Inventare in diesem Bereich werden im UBA u.a. auf Basis der Energiedaten, die der vom BMWi mit der Erstellung der Energiebilanzen beauftragte Auftragnehmer übermittelt hat, sowie auf Basis weiterer Statistiken und Verbandsangaben, erstellt.

Zur Quellgruppe 2: Die Inventare in diesem Bereich werden im UBA auf Basis von Daten erstellt, die u.a. aus der Statistik im Produzierenden Gewerbe (ProdGewStatG) sowie aus Mitteilungen von Verbänden/Einzelunternehmen stammen.

Zur Quellgruppe 3: Die Inventare in diesem Bereich werden im UBA auf Basis von Daten erstellt, die u.a. aus der Statistik im Produzierenden Gewerbe (ProdGewStatG), aus der Außenhandelsstatistik sowie aus Mitteilungen von Verbänden/Einzelunternehmen stammen.

Die bestehenden Optimierungsnotwendigkeiten werden zwischen BMWi, BMU und UBA kurzfristig geklärt. Soweit Datenoptimierungen durch Änderung bestehender Erhebungen auf Grundlage des Umweltstatistikgesetzes (UStatG) oder der 13. BImSchV erforderlich sein sollten, ist das BMU zuständig. Das UBA übernimmt die Dokumentation und Archivierung der im UBA eingehenden Daten.

BMVBS:

Zur Quellgruppe 1.A.3 (Verkehr) werden Emissionen bei UBA über das TREMOD-Modell berechnet. Für die Schließung von Lücken und für die Emissionen des internationalen Luftverkehrs stellt das BMVBS, soweit notwenig, 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.

17.1.2 Stand der Umsetzung zum Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung

Der nach Paragraph 2 des Grundsatzpapiers einzurichtende Koordinierungsausschuss aller betroffenen Ressorts hat am 01.07.2008 zum zweiten mal getagt. Wesentlicher Zweck der zweiten Sitzung war eine Erörterung zum Stand der Umsetzung des Staatssekretärsbeschlusses und die Festlegung des weiteren Vorgehens zur Umsetzung des Staatssekretärsbeschlussesi. In Tabelle 184 ist der Stand der Umsetzung dieses Beschlusses dargestellt.

Tabelle 184: Stand der Umsetzung des Staatssekretärsbeschlusses zum Nationalen System

Zusammenarbeit mit:	Stand
Alle Bereiche	**01 Juli 2008 :** zweite Sitzung des Koordinierungsausschusses
BMWi	**Bereich Energie:** **April 2008:** Abschluss Vertrag mit der AG Energiebilanz zur „Erstellung von Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschalnd 82007-2012)“ **Bereich Industrieprozesse / Lösemittelverwendung:** **August 2008:**Fachgespräch mit dem VCI zur Treibhausgasberichterstattung im Bereich Ammoniak, Salpetersäure und Adipinsäure; Eröterung des Abschlusses einer Verbändevereinbarung. **September 2008:** Fachgespräch mit dem VCI und der Arbeitsgemeinschaft Bitumen Industrie zur Treibhausgasberichterstattung im Bereich Bitumen für Dachbahnen; Eröterung des Abschlusses einer Verbändevereinbarung.**Oktober 2008:** Gespräch mit derWirtschaftsvereinigung Metalle zur Reaktivierung der Selbstverpflichtung zur Datenbereitstellung für die Emissionsberichterstattung im Bereich Primäraluminium und Erweiterung auf andere NE-Metalle.
BMI / Destatis	**Juli 2008:** Beschluss des „Dritten Mittelstandsentlastungsgesetzes“ als gesetzlicher Grundlage des Datentransfers von Destatis an das UBA im Bundeskabinet. **August 2008:** Verwaltungsvereinbarung zwischen Destatis und UBA über den Datentransfer ist in der Vorbereitung; endgültiger Entwurf des Anhangs 1 der Vereinbarung (Liste der benötigten Daten) wurde an Destatis gesandt.
EURO-CONTROL	Vertragsentwurf zum Datenaustausch an EUROCONTROL übersandt; Rückmeldung steht aus
BMVBS	FE-Vorhaben zur Differenzierung der Verkehrsleistung bezüglich der einzelnen Straßenkategorien wurde in das Ressortforschungsprogromm 2008 des BMVBS eingebracht. Erfordernisse werden auf Fachebene zwischen UBA und BMVBS erörtert.
BMVg	auf der Grundlage des Beschlusses kein weiterer Handlungsbedarf
BMU / UBA	UBA übernimmt die Sicherung der Datenerhebung für F-Gase und Lösemittel durch langfristige Verträge
BMELV	**Juli / September 2008:** BMELV legt einem überarbeiteten Entwurf für ein Konzept zur Emissionsberichterstattung nach Art. 3.3 und 3.4 KP vor. Ein Gesamtkonzept soll bis 15.12.08 erarbeitet werden. Einrichtung einer Arbeitsgruppe Emissionsberichterstattung im vTI als Schnittstelle zum Nationalen System und der Nationalen Koordinieurngsstelle, die auch die Zuständigkeit für Planung und QK/QS inne hat.

17.2 Zusatzinformationen zum Qualitätssystem Emission

17.2.1 Mindestanforderungen an ein System zur Qualitätskontrolle und –sicherung

Wie bereits im Hauptteil (Kapitel 1.2.6.1) 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.

17.2.1.1 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 Ressorts bei der Erstellung der QK/QS Systeme in den jeweiligen Zuständigkeitsbereichen.

17.2.1.2 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 Vorraussetzungen 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.

17.2.1.3 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).

17.2.1.4 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.

17.2.1.5 Allgemeine Qualitätskontrolle

Nach der Definition der IPCC (Kap. 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 Kap. 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.

17.2.1.6 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.

17.2.1.7 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 (Kap. 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.

17.2.1.8 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.

17.2.1.9 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 veröffentlichen 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

datenliefernde 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:

1. Beschreibung der Berechnungsmethodik und Begründung der Wahl der Methode;
2. Annahmen und Kriterien zu Auswahl von Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren;
3. Dokumentation der Emissionsfaktoren und deren Quellen mit detaillierten Verweis auf entsprechende Nummern und Seiten der Originalquellen;
4. Berechnungsmodelle;
5. 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 datenliefernde 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 datenliefernden Einrichtung geklärt werden.

17.2.1.10 Anlage 1: Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei der Emissionsberichterstattung im Umweltbundesamt

17.2.1.10.1 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.

17.2.1.10.2 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 17.2.1.10.3). Im Ergebnis wurde das Qualitätssystem Emissionsinventare (QSE) entwickelt, dass die in Kapitel 17.2.1.2 benannten Punkte implementiert hat.

17.2.1.10.2.1 Zuständige Stelle für die Koordinierung der QK/QS Aktivitäten im UBA

Hausanordnung Nr. 11/2005 regelt, dass das Fachgebiet "Emissionssituation" "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 Kap. 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.

17.2.1.10.2.2 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 41) Weiterführende Informationen finden sich im QSE-Handbuch Kapitel 4.3.

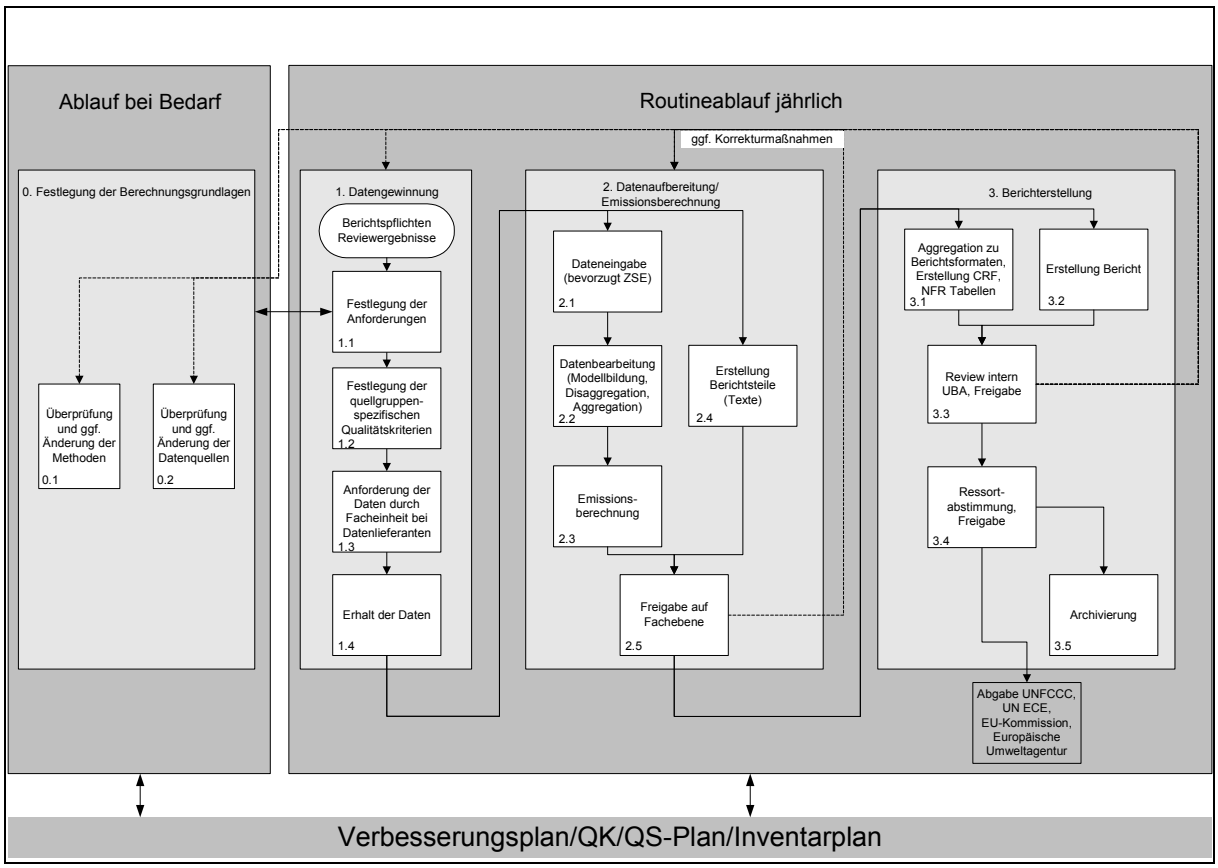


Abbildung 41: Übersicht zum gesamten Prozess der Emissionsberichterstattung

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 17.2.1.2) ein Koordinator für das QSE bestellt, damit sichergestellt wird, dass das System weiterentwickelt wird.

Im Ganzen wurde ein umfassendes Rollenkonzept entwickelt, dass den vielfältigen Anforderungen Rechnung trägt, die dem UBA aus seiner Aufgabe als Nationale Koordinierungsstelle erwachsen. Hierzu gehören folgende Rollen:

1. Fachverantwortlicher auf operativer Ebene (FV)

- Wesentliche Zuständigkeiten: Datengewinnung, Dateneingabe und Berechnung entsprechend den vorgegebenen Methoden, Durchführung von QK-Maßnahmen, Erstellen des NIR-Textes

2. QK-Verantwortlicher (QKV)

- Ist Vorgesetzter des FV
- Wesentliche Zuständigkeiten: Prüfung und Freigabe der Daten und Berichtsteile

3. Fachliche Ansprechpartner (FAP)

- Mitarbeiter der Nationalen Koordinierungsstelle
- Wesentliche Zuständigkeiten: Quellgruppenspezifische Betreuung der fachlich Zuarbeitenden (Inventararbeit und Berichterstellung) und Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung in den zugehörigen Quellgruppen in NIR und ZSE.

4. Berichtskoordinator (NIRK)

- Mitarbeiter der Nationalen Koordinierungsstelle
- Wesentliche Zuständigkeiten: Koordination von textlichen Zuarbeiten, Erstellung des NIR aus den einzelnen Zulieferungen, übergreifende QK und QS für den NIR

5. ZSE-Koordinator (ZSEK)

- Mitarbeiter der Nationalen Koordinierungsstelle
- Wesentliche Zuständigkeiten: Wartung der Datenbanken, Emissionsberechnung und Aggregation, Übergreifende QK und QS bei Eingabe und Berechnung des Inventars

6. QSE-Koordinator (QSEK)

- Mitarbeiter der Nationalen Koordinierungsstelle
- Wesentliche Zuständigkeiten: Aufrechterhaltung und Fortentwicklung des QSE (System, Checklisten, Verbesserungsplan, Inventarplan, QK/QS-Plan und QSE-Handbuch)

7. NaSE-Koordinator (NaSEK)

- Mitarbeiter der Nationalen Koordinierungsstelle
- Wesentliche Zuständigkeiten: termingerechte und anforderungskonforme Berichterstattung, Einbindung nationaler Institutionen, Festlegung/Dokumentation von rechtlichen Vereinbarungen

Die oben erläuterten Rollen haben i.d.R. Aufgaben in mehreren Haupt- und Teilprozessen der Emissionsberichterstattung.

17.2.1.10.3 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 42) wurden Verfahren festlegt, 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 CO_2-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

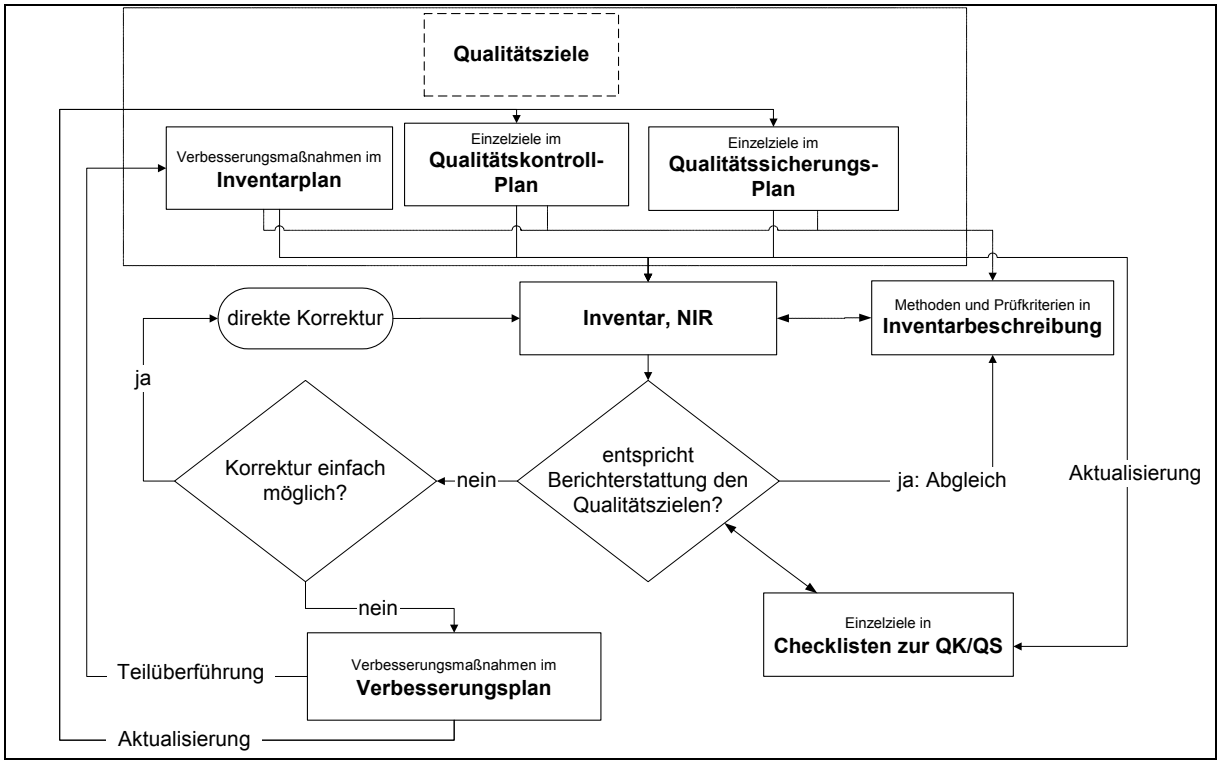


Abbildung 42: Steuerung und Dokumentation im Rahmen des NaSE und des QSE

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* (Kap. 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.

17.2.1.10.4 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 17.2.1.10.2.2), 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.

17.2.1.10.5 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; Kap. 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 Workshop 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.

17.2.1.10.6 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 185 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 185: 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).

17.2.1.11 Anhang 2: Beispiel einer allgemeinen Checkliste für die Rolle Fachverantwortlicher

Im unten stehenden Beispiel sind nur die relevanten Anforderungen abgebildet. Darüber hinaus gehende Detailinformationen wurden zur Verbesserung der Übersichtlichkeit entfernt.

Tabelle 186: Allgemeine Checkliste für Fachverantwortliche

Prozess Nr.	Teilprozess Bezeichnung	Einzelziel	OptionalesZiel
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 - soweit vorhanden - erfolgt.	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 - soweit dort vorhanden - 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 Zeitreihe ab 1990 angewendet werden.	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 Inhalten sind fachlich und nachvollziehbar begründet und dokumentiert.	
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 fachlich und 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 (z.B. Inter-/Extrapolation) festgelegt und nachvollziehbar dokumentiert.
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
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Die Datenquelle(n) deckt/decken die Quellgruppe vollständig ab.	Bei unvollständiger Abdeckung der Quellgruppe wurde eine Hochrechnung durchgeführt und diese in den Unsicherheiten berücksichtigt. Alle Schritte sind nachvollziehbar dokumentiert.

Prozess Nr.	Teilprozess Bezeichnung	Einzelziel	OptionalesZiel
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 wurde eine Hochrechnung durchgeführt und diese in den Unsicherheiten berücksichtigt. Alle Schritte sind nachvollziehbar dokumentiert.
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Die Daten sind hinsichtlich ihrer Berechnungsverfahren nachvollziehbar beschrieben.	
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Die Auswahl der Datenquelle(n) hat die Anforderungen aus dem Inventarplan - soweit dort vorhanden - berücksichtigt.	Die Abweichung wurde 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	Die Dokumentation der Datenquelle(n) entspricht den Anforderungen des QSE Handbuchs (Anhänge 3, 4 und 5).	
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Für die Datenquelle(n) werden durch den Datenlieferanten geeignete routinemäßige Qualitätskontrollen durchgeführt und dokumentiert.	
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Wurde eine/mehrere andere Datenquelle(n) als in den Vorjahren verwendet, so wurde für die betroffene(n) Zeitreihe(n) eine Rekalkulation gemäß QSE-Handbuch (Anhang 2) auf Basis dieser andere(n) Datenquelle(n) durchgeführt.	
Hauptprozess: 1. Datengewinnung			
1.1	Festlegung der Anforderungen	Die Anforderungen an die Daten berücksichtigen - soweit dort benannt - die Hinweise aus den Inventarüberprüfungen (z.B. S&A Report, Centralized Review) und/oder dem Inventarplan.	
1.3	Anforderung der Daten durch Facheinheit bei Datenlieferanten	Die festgelegten Anforderungen an die QK, Daten- und Berichtsformate, Dokumentation sowie die Ergebnisse der Haupquellgruppenanalyse sind an die Datenlieferanten und/oder die Auftragnehmer weitergegeben worden und diese Weitergabe ist dokumentiert.	
1.4	Erhalt der Daten	Der Datenlieferant bzw. der Auftragnehmer hat die geforderten Qualitätskontrollen durchgeführt und dokumentiert.	
1.4	Erhalt der Daten	Die erhaltenen Daten sind vollständig und weisen keine Datenlücken auf.	Alle Datenlücken in der Zeitreihe ab 1990 sind fachlich begründet oder im Einklang mit den IPCC Good Practice Guidance (Kap. 7.3.2.2) geschlossen worden und nachvollziehbar dokumentiert.

Prozess Nr.	Teilprozess Bezeichnung	Einzelziel	OptionalesZiel
1.4	Erhalt der Daten	Die erhaltenen Daten sind vollständig und weisen keine Datenlücken auf.	Alle nicht schließbaren Datenlücken in der Zeitreihe, die unvollständige Emissionsberechnungen für eine Quellgruppe zur Folge haben, sind im "Formular zur kontinuierlichen Verbesserung" mit den notwendigen Verbesserungsmaßnahmen beschrieben.
1.4	Erhalt der Daten	Die erhaltenen Daten sind im Zuschnitt der Quellgruppe konsistent mit den Vorjahreswerten und nachvollziehbar beschrieben.	Für den Fall, dass die erhaltenen Daten inkonsistent sind wurde vom Datenlieferanten die Richtigkeit bestätigt.
1.4	Erhalt der Daten	Die erhaltenen Daten sind im Zuschnitt der Quellgruppe konsistent mit den Vorjahreswerten und nachvollziehbar beschrieben.	Für den Fall, dass sich der Zuschnitt der Quellgruppe verändert hat und somit die Inkonsistenz bestehen bleibt, wurde eine Rekalkulation der Zeitreihe gemäß QSE-Handbuch (Anhang 2) durchgeführt.
1.4	Erhalt der Daten	Die erhaltenen Daten liegen im Vergleich zu anderen Datenquellen (z.B. Inventare anderer Länder etc.) in der gleichen Größenordnung.	Die Ursachen für Abweichungen sind fachlich und nachvollziehbar begründet und dokumentiert.
1.4	Erhalt der Daten	Die Annahmen auf denen die Unsicherheitsbestimmungen basieren, sind nachvollziehbar dokumentiert.	
1.4	Erhalt der Daten	Die Unsicherheitsbestimmungen sind vollständig und plausibel.	Falls erforderlich: Fehlerberechnungen oder eine Stichprobe von Wahrscheinlichkeitsverteilungen, die bei der Monte Carlo Analyse verwendet werden (nicht die Analyse selbst), wurden auf Basis des QSE-Handbuches (Anhang 1) wiederholt.
1.4	Erhalt der Daten	Die Qualifikation von Personen, die eine Expertenschätzung zur Bestimmung von Unsicherheiten durchführen wurde mit positivem Ergebnis überprüft und nachvollziehbar dokumentiert.	
Hauptprozess: 2. Datenaufbereitung / Emissionsberechnung			
2.1	Dateneingabe (bevorzugt ZSE)	Die EF und die Unsicherheiten der EF sind vollständig.	Fehlstellen sind fachlich und nachvollziehbar begründet und dokumentiert.
2.1	Dateneingabe (bevorzugt ZSE)	Die Dokumentation der Datenherkunft von EF und der Unsicherheiten der EF ist vollständig.	Fehlende oder unvollständige Dokumentationen der Datenherkunft sind fachlich und nachvollziehbar begründet und dokumentiert.
2.1	Dateneingabe (bevorzugt ZSE)	Unplausibilitäten (z.B. im Sinne von Größenordnungs- und Einheitenänderungen) der EF und der Unsicherheiten der EF innerhalb der Zeitreihe sind überprüft und wo notwendig korrigiert.	Nicht korrigierbare Abweichungen sind fachlich und nachvollziehbar begründet und dokumentiert.
2.1	Dateneingabe (bevorzugt ZSE)	Die AR und die Unsicherheiten der AR sind vollständig.	Fehlstellen sind fachlich und nachvollziehbar begründet und dokumentiert.
2.1	Dateneingabe (bevorzugt ZSE)	Die Dokumentation der Datenherkunft von AR und der Unsicherheiten der AR ist vollständig.	Fehlende oder unvollständige Dokumentationen der Datenherkunft sind fachlich und nachvollziehbar begründet und dokumentiert.

Prozess Nr.	Teilprozess Bezeichnung	Einzelziel	OptionalesZiel
2.1	Dateneingabe (bevorzugt ZSE)	Unplausibilitäten (z.B. im Sinne von Größenordnungs- und Einheitenänderungen) der AR und der Unsicherheiten der AR innerhalb der Zeitreihe sind überprüft und wo notwendig korrigiert.	Nicht korrigierbare Abweichungen sind fachlich und nachvollziehbar begründet und dokumentiert.
2.1	Dateneingabe (bevorzugt ZSE)	Nach Abschluss der Dateneingabe in das ZSE wurde die Richtigkeit der Eingabe von Zahlen, Einheiten, Umrechnungsfaktoren überprüft und bestätigt.	
2.2	Datenbearbeitung (Modellbildung, Disaggregation, Aggregation)	Eine adäquate Beschreibung der Modelle in Bezug auf Aufbau, Modellstruktur, Rechengang, Annahmen etc. liegt in der Inventarbeschreibung vor.	
2.2	Datenbearbeitung (Modellbildung, Disaggregation, Aggregation)	Die Berechnungsmethode und das Berechnungsverfahren innerhalb der gesamten Zeitreihe (einheitliche Verwendung der gleichen Methode) sind konsistent.	Bei einem Methodenwechsel wurde eine Rekalkulation der Zeitreihe gemäß QSE-Handbuch (Anhang 2) unter Anwendung der Methoden der IPCC Good Practice Guidance Kap. 7.3.2. durchgeführt.
2.3	Emissionsberechnung	Die aktuellen Inventarberechnungen sind mit vorhergehenden Berechnungen abgeglichen worden.	Bei 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 sind mit anderen Datenquellen für Deutschland abgeglichen worden und vergleichbar. Das Ergebnis wurde nachvollziehbar dokumentiert.	Wenn eine Vergleichbarkeit nicht gegeben ist bzw. ein Vergleich nicht durchgeführt wurde dies fachlich und nachvollziehbar begründet.
2.3	Emissionsberechnung	Der Vergleich der nationalen aggregierten EF(national Implied EF) zu den internationalen implied EF (S&A Report; abhängig vom Zeitpunkt der Durchführung des Vergleichs kann dies auch der vom Vorjahr sein) ist erfolgt und dokumentiert.	EF und AR die zu extremen implied EF beitragen, 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 AR, EF, ED und deren Unsicherheiten sind in ZSE und NIR aktuell und kongruent.	Fehlstellen sind fachlich und nachvollziehbar begründet und dokumentiert.
2.5	Freigabe auf der Fachebene	Die Dokumentation der Datenherkunft von AR, EF, ED und deren Unsicherheiten sind in ZSE und NIR aktuell und kongruent.	Fehlende oder unvollständige Dokumentationen der Datenherkunft sind fachlich und nachvollziehbar begründet und dokumentiert.

17.3 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 technik-spezifische Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren, die über Rechenregeln (Berechnungsverfahren) zu aggregierten, quellgruppenspezifischen Werten für die Berichtsformate verdichtet werden. Die Aggregation der einzelnen ZSE-Zeitreihen zu den CRF-Berichtszeilen beispielsweise sind in Anhang 3 bzw. Kapitel 3ff jeweils bei den einzelnen Quellgruppen beschrieben. Neben der Aggregation und Modellbildung für Berechnungen unterstützt das ZSE auch die Durchführung von Szenarien- und Prognoseberechnungen.

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 Verkehrdaten oder GAS-EM für Daten zur Landwirtschaft). Ziel ist es, dass Inventardaten möglichst direkt von den inhaltlich zuständigen Fachverantworlichen 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.

18 ANHANG 7: TABELLE 6.1 DER IPCC GOOD PRACTICE GUIDANCE

Die Unsicherheiten für die deutschen Treibhausgasinventare sind noch nicht 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 die Tier-2 Unsicherheiten-Analyse geschaffen und das Programm "Crystal Ball" zur Durchführung der Monte Carlo Simulation implementiert. Parallel wurden weitere Unsicherheitenangaben durch Expertenschätzungen ermittelt und in die Datenbank ZSE überführt. Es liegt aber noch kein vollständig mittels Expertenschätzung bestimmter Unsicherheitendatensatz vor. Um einen vollständigen Datensatz zu erreichen, der für den Rechenlauf erforderlich ist, werden mittels IPCC-Conservativeness-Factors[92] aus Adjustmentverfahren abgeleitete Unsicherheiten herangezogen. Eine systematische und vollständige Durchführung der Expertenschätzungen wird durch folgende Sachverhalte erschwert:

- Da die Aktivitätsraten überwiegend aus UBA externen Datenquellen (Destatis, Branchenverbänden oder sonstigen Statistiken) entnommen werden, gestaltet sich die Unsicherheitsbestimmung schwierig. Entweder müssen Expertenschätzungen von UBA externen Fachexperten durchgeführt werden oder vorhandene Unsicherheitsangaben der externen datenliefernden Institutionen genutzt werden.
- Des Weiteren erfolgt die Bestimmung der Aktivitätsraten vielfach, in dem eine externe Datenbasis zugrunde gelegt wird, dann jedoch innerhalb des UBA in vielfältiger Weise rechnerisch angepasst wird (beispielsweise BEU, TREMOD u.a.). Hier stellt sich die Frage, wie die Veränderungen der Unsicherheiten durch diese teilweise recht komplexen Rechenoperationen ermittelt werden können.

[92] FCCC/SBSTA/2003/10/Add.2, Annex III, p 24-27

- Ferner ist die weitere Nutzung der derzeitigen Emissionsfaktoren und Aktivitätsraten in einigen Fällen nicht vorgesehen. Daraus ergibt sich die Frage inwieweit für derartige überarbeitungsbedürftige Werte, zum jetzigen Zeitpunkt eine Ermittlung der Unsicherheiten sinnvoll ist bzw. inwieweit die Änderung der Berechnungsverfahren so weit fortgeschritten ist, dass diejenigen EF und AR vorliegen für welche Unsicherheiten geschätzt werden können.

Die Ergebnisse der diesjährigen Tier-1-Unsicherheitenanalyse sind nach den Vorgaben von Tabelle 6.1 der IPCC Good Practice Guidance in Tabelle 187 dargestellt.

Tabelle 187: Tabelle 6.1 der IPCC Good Practice Guidance - Details

IPCC Source	Fuel Category	Gas	Base year emissions	Year t emissions (HQG)	Uncertainty Activity Data	Uncertainty Emission Factors / Emissions	Combined Uncertainty	Combined Uncertainty as % of total national emissions in year t	Tier1 Level Assesment	Type B sensitivity	Uncertainty in trend introduced by EF uncertainty	Uncertainty in trend introduced by AR uncertainty	Uncertainty introduced into the trend in total
Category			[Gg CO_2 equivalent]	[Gg CO_2 equivalent]	Input Data [%]	Input Data [%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
1A1a	gaseous	N2O	68,165	167,229	3,1	19,9	20,1	0,0	0,0	0,0	3,97E-03	6,27E-04	4,02E-03
1A1a	gaseous	CO2	18.461,876	40.733,224	3,0	1,1	3,2	0,1	0,4	3,4	5,51E-02	1,47E-01	1,57E-01
1A1a	gaseous	CH4	4,967	20,933	3,8	23,5	23,8	0,0	0,0	0,0	5,86E-04	9,39E-05	5,93E-04
1A1a	liquid	N2O	39,034	14,352	2,8	22,4	22,5	0,0	0,0	0,0	3,83E-04	4,81E-05	3,86E-04
1A1a	liquid	CO2	8.506,922	3.556,424	3,2	1,5	3,6	0,0	0,0	0,3	6,46E-03	1,36E-02	1,51E-02
1A1a	liquid	CH4	7,707	1,902	3,5	28,1	28,3	0,0	0,0	0,0	6,37E-05	7,86E-06	6,42E-05
1A1a	other	N2O	35,739	104,207	14,7	45,2	47,5	0,0	0,0	0,0	5,62E-03	1,82E-03	5,91E-03
1A1a	other	CO2	4.120,893	10.253,787	14,7	1,5	14,7	0,1	0,5	0,9	1,84E-02	1,79E-01	1,80E-01
1A1a	other	CH4	6,796	4,236	14,7	37,7	40,4	0,0	0,0	0,0	1,91E-04	7,41E-05	2,04E-04
1A1a	solid	N2O	3.431,431	3.352,124	6,5	28,9	29,6	0,1	0,3	0,3	1,16E-01	2,59E-02	1,19E-01
1A1a	solid	CO2	304.691,812	291.129,290	6,2	1,6	6,4	1,7	6,2	24,6	5,53E-01	2,16E+00	2,23E+00
1A1a	solid	CH4	112,019	88,391	6,3	27,1	27,8	0,0	0,0	0,0	2,86E-03	6,60E-04	2,93E-03
1A1a	biomass	N2O	35,662	104,961	14,5	44,9	47,2	0,0	0,0	0,0	5,62E-03	1,82E-03	5,91E-03
1A1a	biomass	CH4	6,705	4,254	14,6	37,5	40,3	0,0	0,0	0,0	1,91E-04	7,41E-05	2,04E-04
1A1b	gaseous	N2O	5,598	2,670	4,4	31,5	31,8	0,0	0,0	0,0	1,00E-04	1,40E-05	1,01E-04
1A1b	gaseous	CO2	1.441,177	652,414	5,1	0,6	5,1	0,0	0,0	0,1	4,47E-04	3,95E-03	3,98E-03
1A1b	gaseous	CH4	0,449	0,281	4,3	26,4	26,7	0,0	0,0	0,0	8,84E-06	1,45E-06	8,96E-06
1A1b	liquid	N2O	78,104	66,280	2,8	33,6	33,7	0,0	0,0	0,0	2,66E-03	2,20E-04	2,67E-03
1A1b	liquid	CO2	15.314,871	21.351,374	3,1	0,5	3,1	0,1	0,2	1,8	1,31E-02	7,84E-02	7,95E-02
1A1b	liquid	CH4	8,574	8,066	2,8	29,8	29,9	0,0	0,0	0,0	2,87E-04	2,67E-05	2,88E-04
1A1b	solid	N2O	30,962	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
1A1b	solid	CO2	3.075,895	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
1A1b	solid	CH4	1,092	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
1A1b	other	N2O	3,601	NE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
1A1b	other	CO2	173,935	NE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
1A1b	other	CH4	1,585	NE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
1A1b	biomass	N2O	3,601	NE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
1A1b	biomass	CH4	1,585	NE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
1A1c	biomass	N2O	2,789	1,136	29,2	50,0	57,9	0,0	0,0	0,0	6,78E-05	3,95E-05	7,84E-05
1A1c	biomass	CH4	0,525	0,214	29,2	50,0	57,9	0,0	0,0	0,0	1,28E-05	7,43E-06	1,48E-05
1A1c	gaseous	N2O	12,442	5,082	7,3	42,2	42,9	0,0	0,0	0,0	2,56E-04	4,45E-05	2,60E-04
1A1c	gaseous	CO2	2.501,188	1.016,269	7,4	4,1	8,4	0,0	0,0	0,1	4,97E-03	8,92E-03	1,02E-02
1A1c	gaseous	CH4	2,152	0,956	7,3	42,2	42,9	0,0	0,0	0,0	4,82E-05	8,37E-06	4,89E-05
1A1c	liquid	N2O	10,067	1,387	2,6	22,5	22,6	0,0	0,0	0,0	3,72E-05	4,34E-06	3,74E-05
1A1c	liquid	CO2	1.109,478	228,503	2,5	2,0	3,2	0,0	0,0	0,0	5,37E-04	6,73E-04	8,60E-04
1A1c	liquid	CH4	1,068	0,222	2,5	21,3	21,5	0,0	0,0	0,0	5,66E-06	6,58E-07	5,70E-06
1A1c	other	N2O	9,441	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

IPCC Source	Fuel Category	Gas	Base year emissions	Year t emissions (HQG)	Uncertainty Activity Data	Uncertainty Emission Factors / Emissions	Combined Uncertainty	Combined Uncertainty as % of total national emissions in year t	Tier1 Level Assesment	Type B sensitivity	Uncertainty in trend introduced by EF uncertainty	Uncertainty in trend introduced by AR uncertainty	Uncertainty introduced into the trend in total
Category			[Gg CO_2 equivalent]	[Gg CO_2 equivalent]	Input Data [%]	Input Data [%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
1A1c	other	CO2	456,064	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
1A1c	other	CH4	4,157	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
1A1c	solid	N2O	649,429	233,181	8,0	35,0	35,9	0,0	0,0	0,0	9,73E-03	2,22E-03	9,98E-03
1A1c	solid	CO2	54.999,327	16.606,848	8,4	3,7	9,2	0,1	0,5	1,4	7,39E-02	1,66E-01	1,82E-01
1A1c	solid	CH4	19,235	6,090	7,7	34,5	35,4	0,0	0,0	0,0	2,51E-04	5,63E-05	2,57E-04
1A2a	biomass	N2O	NE	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
1A2a	biomass	CH4	NE	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
1A2a	gaseous	N2O	29,190	18,760	9,2	54,2	55,0	0,0	0,0	0,0	1,21E-03	2,06E-04	1,23E-03
1A2a	gaseous	CO2	3.500,324	3.765,523	9,2	3,6	9,9	0,0	0,1	0,3	1,62E-02	4,13E-02	4,44E-02
1A2a	gaseous	CH4	3,296	3,530	9,2	54,2	55,0	0,0	0,0	0,0	2,28E-04	3,88E-05	2,32E-04
1A2a	liquid	N2O	6,949	1,234	5,4	65,5	65,8	0,0	0,0	0,0	9,65E-05	7,97E-06	9,69E-05
1A2a	liquid	CO2	559,791	125,396	4,7	3,8	6,1	0,0	0,0	0,0	5,70E-04	7,07E-04	9,08E-04
1A2a	liquid	CH4	0,563	0,120	5,1	49,5	49,8	0,0	0,0	0,0	7,11E-06	7,33E-07	7,14E-06
1A2a	other	N2O	NE	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
1A2a	other	CH4	NE	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
1A2a	solid	N2O	122,113	82,201	6,2	43,7	44,1	0,0	0,0	0,0	4,29E-03	6,05E-04	4,33E-03
1A2a	solid	CO2	8.517,768	1.972,137	3,8	1,8	4,2	0,0	0,0	0,2	4,26E-03	8,89E-03	9,86E-03
1A2a	solid	CH4	50,761	54,175	7,8	22,2	23,6	0,0	0,0	0,0	1,44E-03	5,07E-04	1,52E-03
1A2b	gaseous	N2O	2,109	7,821	12,0	75,0	76,0	0,0	0,0	0,0	7,00E-04	1,12E-04	7,09E-04
1A2b	gaseous	CO2	253,296	1.569,733	12,0	5,0	13,0	0,0	0,1	0,1	9,37E-03	2,25E-02	2,44E-02
1A2b	gaseous	CH4	0,238	1,472	12,0	75,0	76,0	0,0	0,0	0,0	1,32E-04	2,11E-05	1,33E-04
1A2b	liquid	N2O	1,675	1,384	4,6	55,8	55,9	0,0	0,0	0,0	9,21E-05	7,54E-06	9,24E-05
1A2b	liquid	CO2	141,090	176,697	4,3	3,5	5,6	0,0	0,0	0,0	7,35E-04	9,13E-04	1,17E-03
1A2b	liquid	CH4	0,138	0,154	4,3	41,9	42,1	0,0	0,0	0,0	7,72E-06	7,96E-07	7,76E-06
1A2b	solid	N2O	14,031	4,160	8,9	67,7	68,3	0,0	0,0	0,0	3,36E-04	4,43E-05	3,39E-04
1A2b	solid	CO2	1.205,276	368,486	8,9	4,3	9,9	0,0	0,0	0,0	1,91E-03	3,91E-03	4,35E-03
1A2b	solid	CH4	0,788	0,074	12,3	50,3	51,8	0,0	0,0	0,0	4,43E-06	1,09E-06	4,56E-06
1A2d	biomass	N2O	2,907	9,668	15,0	46,4	48,8	0,0	0,0	0,0	5,35E-04	1,73E-04	5,63E-04
1A2d	biomass	CH4	0,547	1,819	15,0	38,7	41,5	0,0	0,0	0,0	8,39E-05	3,26E-05	9,00E-05
1A2d	other	N2O	0,012	0,057	22,0	67,1	70,6	0,0	0,0	0,0	4,54E-06	1,49E-06	4,78E-06
1A2d	other	CO2	3,647	17,520	22,0	3,7	22,3	0,0	0,0	0,0	7,79E-05	4,60E-04	4,66E-04
1A2d	other	CH4	0,002	0,011	22,0	55,9	60,1	0,0	0,0	0,0	7,12E-07	2,80E-07	7,65E-07
1A2e	gaseous	N2O	0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
1A2e	gaseous	CO2	0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
1A2e	gaseous	CH4	0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
1A2e	liquid	N2O	12,150	1,296	6,0	72,0	72,3	0,0	0,0	0,0	1,11E-04	9,21E-06	1,12E-04
1A2e	liquid	CO2	888,784	116,140	5,9	4,5	7,4	0,0	0,0	0,0	6,29E-04	8,18E-04	1,03E-03
1A2e	liquid	CH4	0,947	0,121	5,9	56,0	56,3	0,0	0,0	0,0	8,05E-06	8,48E-07	8,10E-06
1A2e	solid	N2O	13,487	5,075	13,3	99,8	100,7	0,0	0,0	0,0	6,04E-04	8,05E-05	6,10E-04

IPCC Source	Fuel Category	Gas	Base year emissions	Year t emissions (HQG)	Uncertainty Activity Data	Uncertainty Emission Factors / Emissions	Combined Uncertainty	Combined Uncertainty as % of total national emissions in year t	Tier1 Level Assesment	Type B sensitivity	Uncertainty in trend introduced by EF uncertainty	Uncertainty in trend introduced by AR uncertainty	Uncertainty introduced into the trend in total
Category			[Gg CO_2 equivalent]	[Gg CO_2 equivalent]	Input Data [%]	Input Data [%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
1A2e	solid	CO2	1.100,455	537,419	12,9	4,5	13,7	0,0	0,0	0,0	2,91E-03	8,26E-03	8,76E-03
1A2e	solid	CH4	2,819	0,332	14,8	55,6	57,5	0,0	0,0	0,0	2,20E-05	5,88E-06	2,28E-05
1A2f	biomass	N2O	39,010	129,873	20,1	61,9	65,1	0,0	0,0	0,0	9,60E-03	3,12E-03	1,01E-02
1A2f	biomass	CH4	15,460	6,068	18,5	45,4	49,0	0,0	0,0	0,0	3,28E-04	1,34E-04	3,55E-04
1A2f	gaseous	N2O	168,644	192,570	4,5	23,5	24,0	0,0	0,0	0,0	5,41E-03	1,03E-03	5,51E-03
1A2f	gaseous	CO2	41.786,747	46.262,410	5,5	2,3	6,0	0,2	0,9	3,9	1,27E-01	3,06E-01	3,31E-01
1A2f	gaseous	CH4	23,033	23,586	4,0	17,9	18,4	0,0	0,0	0,0	5,05E-04	1,11E-04	5,17E-04
1A2f	liquid	N2O	164,591	71,907	3,0	27,9	28,1	0,0	0,0	0,0	2,40E-03	2,53E-04	2,41E-03
1A2f	liquid	CO2	24.306,955	11.065,044	3,6	1,9	4,1	0,0	0,1	0,9	2,56E-02	4,74E-02	5,39E-02
1A2f	liquid	CH4	25,334	10,256	3,8	21,1	21,4	0,0	0,0	0,0	2,58E-04	4,62E-05	2,62E-04
1A2f	other	N2O	39,276	92,291	12,9	41,8	43,7	0,0	0,0	0,0	4,60E-03	1,42E-03	4,82E-03
1A2f	other	CO2	2.896,265	7.402,662	12,5	2,2	12,7	0,1	0,3	0,6	1,97E-02	1,11E-01	1,12E-01
1A2f	other	CH4	10,399	5,131	10,5	28,3	30,2	0,0	0,0	0,0	1,73E-04	6,45E-05	1,85E-04
1A2f	solid	N2O	831,196	231,584	3,5	18,5	18,8	0,0	0,0	0,0	5,11E-03	9,78E-04	5,21E-03
1A2f	solid	CO2	69.322,022	15.716,670	3,3	1,5	3,6	0,1	0,2	1,3	2,82E-02	6,20E-02	6,82E-02
1A2f	solid	CH4	106,693	8,923	3,6	19,6	20,0	0,0	0,0	0,0	2,09E-04	3,85E-05	2,13E-04
1A3a	liquid	N2O	20,791	34,437	0,0	147,2	147,2	0,0	0,0	0,0	6,05E-03	0,00E+00	6,05E-03
1A3a	liquid	CO2	3.024,917	2.329,623	0,0	73,7	73,7	0,2	0,6	0,2	2,05E-01	0,00E+00	2,05E-01
1A3a	liquid	CH4	0,866	0,622	0,0	147,2	147,2	0,0	0,0	0,0	1,09E-04	0,00E+00	1,09E-04
1A3b_DK	liquid	N2O	0,605	515,570	5,5	31,7	32,2	0,0	0,1	0,0	1,95E-02	3,38E-03	1,98E-02
1A3b_DK	liquid	CO2	54.458,080	79.406,136	4,7	0,7	4,8	0,3	1,3	6,7	6,92E-02	4,50E-01	4,55E-01
1A3b_DK	liquid	CH4	1,394	16,137	4,8	18,4	19,1	0,0	0,0	0,0	3,55E-04	9,24E-05	3,67E-04
1A3b_OK	liquid	CO2	95.794,488	64.072,901	0,4	1,1	1,2	0,1	0,2	5,4	8,35E-02	3,34E-02	9,00E-02
1A3b_OK	liquid	N2O	1,357	477,667	0,5	47,1	47,1	0,0	0,1	0,0	2,68E-02	2,86E-04	2,68E-02
1A3b_OK	liquid	CH4	59,134	125,324	0,3	20,3	20,3	0,0	0,0	0,0	3,04E-03	4,86E-05	3,04E-03
1A3b_FLG	liquid	N2O	0,000	3,720	0,0	75,0	75,0	0,0	0,0	0,0	3,33E-04	0,00E+00	3,33E-04
1A3b_FLG	liquid	CO2	8,970	458,770	0,0	7,0	7,0	0,0	0,0	0,0	3,83E-03	0,00E+00	3,83E-03
1A3b_FLG	liquid	CH4	0,000	0,445	0,0	50,0	50,0	0,0	0,0	0,0	2,65E-05	0,00E+00	2,65E-05
1A3b_PET	liquid	N2O	NE	0,209	8,2	61,6	62,1	0,0	0,0	0,0	1,53E-05	2,05E-06	1,55E-05
1A3b_PET	liquid	CO2	NE	44,400	8,4	5,9	10,2	0,0	0,0	0,0	3,11E-04	4,45E-04	5,43E-04
1A3b_PET	liquid	CH4	NE	0,012	7,7	38,3	39,0	0,0	0,0	0,0	5,66E-07	1,13E-07	5,77E-07
1A3b_BIO	biomass	CH4	NE	4,047	13,3	16,8	21,4	0,0	0,0	0,0	8,12E-05	6,42E-05	1,04E-04
1A3b_BIO	biomass	N2O	NE	80,250	5,5	29,3	29,8	0,0	0,0	0,0	2,81E-03	5,26E-04	2,86E-03
1A3b_SMS	liquid	CO2	96,788	131,999	10,0	7,0	12,2	0,0	0,0	0,0	1,10E-03	1,58E-03	1,92E-03
1A3c	liquid	N2O	11,922	5,354	11,0	75,0	75,8	0,0	0,0	0,0	4,79E-04	7,03E-05	4,84E-04
1A3c	liquid	CO2	2.825,541	1.277,980	11,0	2,0	11,2	0,0	0,0	0,1	3,05E-03	1,68E-02	1,70E-02
1A3c	liquid	CH4	2,128	0,580	11,0	50,0	51,2	0,0	0,0	0,0	3,46E-05	7,62E-06	3,54E-05
1A3c	solid	N2O	0,714	NE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
1A3c	solid	CO2	53,741	NE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

IPCC Source	Fuel Category	Gas	Base year emissions	Year t emissions (HQG)	Uncertainty Activity Data	Uncertainty Emission Factors / Emissions	Combined Uncertainty	Combined Uncertainty as % of total national emissions in year t	Tier1 Level Assesment	Type B sensitivity	Uncertainty in trend introduced by EF uncertainty	Uncertainty in trend introduced by AR uncertainty	Uncertainty introduced into the trend in total
Category			[Gg CO_2 equivalent]	[Gg CO_2 equivalent]	Input Data [%]	Input Data [%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
1A3c	solid	CH4	0,181	NE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
1A3d	liquid	N2O	8,590	2,225	11,0	75,0	75,8	0,0	0,0	0,0	1,99E-04	2,92E-05	2,01E-04
1A3d	liquid	CO2	2.049,777	531,098	11,0	2,0	11,2	0,0	0,0	0,0	1,27E-03	6,97E-03	7,09E-03
1A3d	liquid	CH4	1,674	0,362	11,0	50,0	51,2	0,0	0,0	0,0	2,16E-05	4,75E-06	2,21E-05
1A3e	gaseous	N2O	8,839	4,513	6,3	35,4	35,9	0,0	0,0	0,0	1,90E-04	3,41E-05	1,93E-04
1A3e	gaseous	CO2	637,275	867,352	6,3	3,5	7,3	0,0	0,0	0,1	3,66E-03	6,56E-03	7,51E-03
1A3e	gaseous	CH4	0,479	0,651	6,3	35,4	35,9	0,0	0,0	0,0	2,74E-05	4,92E-06	2,79E-05
1A3e	liquid	N2O	17,670	14,645	1,0	355,2	355,2	0,0	0,0	0,0	6,21E-03	1,80E-05	6,21E-03
1A3e	liquid	CO2	3.664,983	2.764,939	1,3	2,7	3,0	0,0	0,0	0,2	9,01E-03	4,19E-03	9,94E-03
1A3e	liquid	CH4	9,296	3,564	0,8	143,0	143,0	0,0	0,0	0,0	6,08E-04	3,24E-06	6,08E-04
1A4a	biomass	N2O	6,359	0,905	27,2	70,0	75,1	0,0	0,0	0,0	7,56E-05	2,94E-05	8,11E-05
1A4a	biomass	CH4	42,108	22,089	29,1	74,8	80,3	0,0	0,0	0,0	1,97E-03	7,67E-04	2,12E-03
1A4a	gaseous	N2O	25,209	40,647	7,9	131,7	132,0	0,0	0,0	0,0	6,39E-03	3,83E-04	6,40E-03
1A4a	gaseous	CO2	13.605,153	21.971,515	8,0	2,7	8,5	0,2	0,6	1,9	7,03E-02	2,11E-01	2,22E-01
1A4a	gaseous	CH4	0,604	1,153	8,9	73,8	74,3	0,0	0,0	0,0	1,02E-04	1,22E-05	1,02E-04
1A4a	liquid	N2O	64,143	28,224	9,1	136,1	136,4	0,0	0,0	0,0	4,58E-03	3,06E-04	4,59E-03
1A4a	liquid	CO2	27.632,854	12.460,396	8,8	2,6	9,2	0,1	0,4	1,1	3,94E-02	1,31E-01	1,37E-01
1A4a	liquid	CH4	0,191	0,136	7,4	53,5	54,1	0,0	0,0	0,0	8,68E-06	1,19E-06	8,76E-06
1A4a	solid	N2O	48,502	28,688	6,7	47,7	48,2	0,0	0,0	0,0	1,63E-03	2,29E-04	1,65E-03
1A4a	solid	CO2	22.711,623	1.418,362	4,9	2,1	5,3	0,0	0,0	0,1	3,53E-03	8,21E-03	8,94E-03
1A4a	solid	CH4	1.173,197	39,494	4,8	52,0	52,2	0,0	0,0	0,0	2,45E-03	2,26E-04	2,46E-03
1A4b	biomass	N2O	43,059	90,168	32,3	75,0	81,7	0,0	0,0	0,0	8,07E-03	3,48E-03	8,79E-03
1A4b	biomass	CH4	234,948	396,562	32,3	75,0	81,7	0,0	0,1	0,0	3,55E-02	1,53E-02	3,86E-02
1A4b	gaseous	N2O	54,375	67,322	12,5	150,0	150,5	0,0	0,0	0,0	1,21E-02	1,00E-03	1,21E-02
1A4b	gaseous	CO2	31.714,419	48.374,648	12,5	3,0	12,8	0,6	2,0	4,1	1,73E-01	7,19E-01	7,40E-01
1A4b	gaseous	CH4	13,085	42,153	12,5	75,0	76,0	0,0	0,0	0,0	3,77E-03	6,27E-04	3,82E-03
1A4b	liquid	N2O	146,739	78,689	14,3	141,6	142,3	0,0	0,0	0,0	1,33E-02	1,35E-03	1,34E-02
1A4b	liquid	CO2	56.344,410	34.095,022	14,4	2,9	14,7	0,4	1,7	2,9	1,16E-01	5,87E-01	5,99E-01
1A4b	liquid	CH4	3,130	3,331	6,8	48,4	48,9	0,0	0,0	0,0	1,93E-04	2,70E-05	1,94E-04
1A4b	solid	N2O	557,726	85,434	6,9	33,9	34,6	0,0	0,0	0,0	3,46E-03	7,05E-04	3,53E-03
1A4b	solid	CO2	41.415,142	3.480,171	5,3	1,8	5,6	0,0	0,1	0,3	7,48E-03	2,21E-02	2,33E-02
1A4b	solid	CH4	949,243	80,289	5,9	45,6	46,0	0,0	0,0	0,0	4,37E-03	5,61E-04	4,40E-03
1A4c	biomass	N2O	2,857	4,317	28,3	72,7	78,0	0,0	0,0	0,0	3,75E-04	1,46E-04	4,02E-04
1A4c	biomass	CH4	18,534	13,511	28,9	74,2	79,7	0,0	0,0	0,0	1,20E-03	4,65E-04	1,28E-03
1A4c	gaseous	N2O	0,898	1,266	7,9	131,7	132,0	0,0	0,0	0,0	1,99E-04	1,19E-05	1,99E-04
1A4c	gaseous	CO2	484,838	684,203	8,0	2,7	8,5	0,0	0,0	0,1	2,19E-03	6,57E-03	6,93E-03
1A4c	gaseous	CH4	0,021	0,036	8,9	73,8	74,3	0,0	0,0	0,0	3,16E-06	3,79E-07	3,18E-06
1A4c	liquid	N2O	29,946	22,632	1,3	28,2	28,2	0,0	0,0	0,0	7,61E-04	3,62E-05	7,62E-04
1A4c	liquid	CO2	7.483,989	4.879,198	2,2	2,2	3,1	0,0	0,1	0,4	1,29E-02	1,27E-02	1,81E-02

IPCC Source	Fuel Category	Gas	Base year emissions	Year t emissions (HQG)	Uncertainty Activity Data	Uncertainty Emission Factors / Emissions	Combined Uncertainty	Combined Uncertainty as % of total national emissions in year t	Tier1 Level Assesment	Type B sensitivity	Uncertainty in trend introduced by EF uncertainty	Uncertainty in trend introduced by AR uncertainty	Uncertainty introduced into the trend in total
Category			[Gg CO_2 equivalent]	[Gg CO_2 equivalent]	Input Data [%]	Input Data [%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
1A4c	liquid	CH4	12,854	9,051	0,9	35,7	35,7	0,0	0,0	0,0	3,85E-04	9,37E-06	3,85E-04
1A4c	solid	N2O	6,831	4,723	6,8	48,7	49,2	0,0	0,0	0,0	2,75E-04	3,84E-05	2,77E-04
1A4c	solid	CO2	2.948,291	164,401	6,4	2,7	6,9	0,0	0,0	0,0	5,36E-04	1,25E-03	1,36E-03
1A4c	solid	CH4	145,482	3,211	7,0	74,7	75,1	0,0	0,0	0,0	2,86E-04	2,67E-05	2,88E-04
1A5	gaseous	N2O	0,821	0,646	9,0	150,0	150,3	0,0	0,0	0,0	1,16E-04	6,94E-06	1,16E-04
1A5	gaseous	CO2	509,516	402,674	9,0	3,0	9,5	0,0	0,0	0,0	1,44E-03	4,32E-03	4,56E-03
1A5	gaseous	CH4	0,004	0,006	9,0	75,0	75,5	0,0	0,0	0,0	5,24E-07	6,29E-08	5,28E-07
1A5	liquid	N2O	48,488	7,814	4,5	110,2	110,3	0,0	0,0	0,0	1,03E-03	4,21E-05	1,03E-03
1A5	liquid	CO2	6.630,932	875,216	3,1	2,1	3,7	0,0	0,0	0,1	2,17E-03	3,21E-03	3,87E-03
1A5	liquid	CH4	26,559	4,122	5,7	45,9	46,2	0,0	0,0	0,0	2,26E-04	2,78E-05	2,27E-04
1A5	solid	N2O	15,108	0,109	7,0	50,0	50,5	0,0	0,0	0,0	6,52E-06	9,13E-07	6,59E-06
1A5	solid	CO2	4.657,327	7,200	7,0	3,0	7,6	0,0	0,0	0,0	2,58E-05	6,01E-05	6,54E-05
1A5	solid	CH4	210,251	0,003	7,0	75,0	75,3	0,0	0,0	0,0	2,76E-07	2,58E-08	2,77E-07
1B1a	solid	CH4	18.415,178	3.982,346	0,2	138,7	138,7	0,5	1,8	0,3	6,59E-01	9,35E-04	6,59E-01
1B1b	solid	CH4	18,090	8,686	3,0	10,0	10,4	0,0	0,0	0,0	1,04E-04	3,11E-05	1,08E-04
1B1c	solid	CH4	1.806,840	73,779	0,0	150,0	150,0	0,0	0,0	0,0	1,32E-02	0,00E+00	1,32E-02
1B2a	liquid	CH4	700,406	186,388	5,7	75,3	75,5	0,0	0,0	0,0	1,68E-02	1,26E-03	1,68E-02
1B2b	gaseous	CH4	6.781,510	6.581,173	3,0	64,6	64,7	0,4	1,4	0,6	5,08E-01	2,37E-02	5,08E-01
1B2b	gaseous	CO2	0,003	0,004	0,0	150,0	150,0	0,0	0,0	0,0	6,54E-07	0,00E+00	6,54E-07
2A1		CO2	15.145,810	14.306,014	2,0	5,0	5,4	0,1	0,3	1,2	8,54E-02	3,41E-02	9,19E-02
2A2		CO2	6.135,029	5.670,919	1,9	10,4	10,6	0,1	0,2	0,5	7,06E-02	1,28E-02	7,17E-02
2A7_GI		CO2	695,617	759,347	3,0	7,6	8,2	0,0	0,0	0,1	6,87E-03	2,73E-03	7,39E-03
2A7_ZI		CO2	531,113	391,604	16,6	24,9	29,9	0,0	0,0	0,0	1,16E-02	7,77E-03	1,40E-02
2B1		CO2	4.596,386	5.200,451	5,0	50,0	50,2	0,2	0,9	0,4	3,10E-01	3,10E-02	3,12E-01
2B2		N2O	4.673,383	9.555,167	2,0	50,0	50,0	0,4	1,6	0,8	5,70E-01	2,28E-02	5,71E-01
2B3		N2O	18.804,600	5.623,503	20,0	7,0	21,2	0,1	0,4	0,5	4,70E-02	1,34E-01	1,42E-01
2B4		CO2	443,160	17,526	5,0	10,0	11,2	0,0	0,0	0,0	2,09E-04	1,05E-04	2,34E-04
2B5		N2O	292,687	62,000	20,0	75,0	77,6	0,0	0,0	0,0	5,55E-03	1,48E-03	5,74E-03
2B5		CH4	0,253	0,419	2,0	2,0	2,8	0,0	0,0	0,0	9,99E-07	9,99E-07	1,41E-06
2B5		CO2	6.869,781	10.338,090	1,4	2,9	3,2	0,0	0,1	0,9	3,53E-02	1,76E-02	3,95E-02
2C1		CH4	3,919	2,034	1,0	10,0	10,0	0,0	0,0	0,0	2,43E-05	2,43E-06	2,44E-05
2C1		CO2	48.326,016	46.243,621	4,7	4,7	6,7	0,3	1,0	3,9	2,62E-01	2,62E-01	3,70E-01
2C2		CO2	429,000	2,750	5,0	7,0	8,6	0,0	0,0	0,0	2,30E-05	1,64E-05	2,82E-05
2C3		CO2	1.011,923	757,228	1,0	15,0	15,0	0,0	0,0	0,1	1,36E-02	9,04E-04	1,36E-02
2C3		PFC´s	2.489,410	193,273	0,8	12,3	12,3	0,0	0,0	0,0	2,83E-03	1,84E-04	2,83E-03
2C4		SF6	188,810	2.355,393	0,2	26,2	26,2	0,1	0,2	0,2	7,37E-02	6,48E-04	7,37E-02
2C5		HFC´s	0,000	7,072	1,5	30,0	30,0	0,0	0,0	0,0	2,53E-04	1,30E-05	2,54E-04
2E		HFC´s	4.329,000	198,660	0,0	2,7	2,7	0,0	0,0	0,0	6,32E-04	0,00E+00	6,32E-04
2E		PFC´s	80,113	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

IPCC Source	Fuel Category	Gas	Base year emissions	Year t emissions (HQG)	Uncertainty Activity Data	Uncertainty Emission Factors / Emissions	Combined Uncertainty	Combined Uncertainty as % of total national emissions in year t	Tier1 Level Assesment	Type B sensitivity	Uncertainty in trend introduced by EF uncertainty	Uncertainty in trend introduced by AR uncertainty	Uncertainty introduced into the trend in total
Category			[Gg CO_2 equivalent]	[Gg CO_2 equivalent]	Input Data [%]	Input Data [%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
2F		HFC´s	39,780	10.892,073	0,0	6,3	6,3	0,1	0,2	0,9	8,17E-02	0,00E+00	8,17E-02
2F		PFC´s	138,055	334,754	0,0	16,3	16,3	0,0	0,0	0,0	6,51E-03	0,00E+00	6,51E-03
2F		SF6	4.333,320	2.894,754	0,0	5,9	5,9	0,0	0,1	0,2	2,05E-02	0,00E+00	2,05E-02
2G		SF6	262,900	316,388	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
3		N2O	2.088,542	1.174,007	64,9	17,3	67,1	0,1	0,3	0,1	2,42E-02	9,09E-02	9,40E-02
3		CO2	3.307,500	2.142,401	0,0	12,5	12,5	0,0	0,1	0,2	3,19E-02	0,00E+00	3,19E-02
4A1a		CH4	9.603,878	7.904,367	0,0	10,0	10,0	0,1	0,3	0,7	9,43E-02	0,00E+00	9,43E-02
4A1b		CH4	10.755,292	7.676,804	0,0	6,2	6,2	0,0	0,2	0,6	5,69E-02	0,00E+00	5,69E-02
4A2		CH4	1.444,109	1.413,339	0,0	5,3	5,3	0,0	0,0	0,1	9,00E-03	0,00E+00	9,00E-03
4B1a		CH4	1.841,699	1.677,297	0,0	20,0	20,0	0,0	0,1	0,1	4,00E-02	0,00E+00	4,00E-02
4B1b		CH4	1.530,874	1.026,860	0,0	12,9	12,9	0,0	0,0	0,1	1,59E-02	0,00E+00	1,59E-02
4B2		CH4	128,728	179,787	0,0	15,9	15,9	0,0	0,0	0,0	3,42E-03	0,00E+00	3,42E-03
4B8		CH4	2.726,977	2.593,472	0,0	16,6	16,6	0,0	0,1	0,2	5,13E-02	0,00E+00	5,13E-02
4B1a		N2O	1.040,287	881,537	0,0	25,6	25,6	0,0	0,1	0,1	2,69E-02	0,00E+00	2,69E-02
4B1b		N2O	1.284,376	912,511	0,0	15,2	15,2	0,0	0,0	0,1	1,65E-02	0,00E+00	1,65E-02
4B2		N2O	72,029	106,516	0,0	42,9	42,9	0,0	0,0	0,0	5,45E-03	0,00E+00	5,45E-03
4B8		N2O	435,343	456,400	0,0	18,7	18,7	0,0	0,0	0,0	1,02E-02	0,00E+00	1,02E-02
4B9		N2O	38,374	44,661	0,0	16,4	16,4	0,0	0,0	0,0	8,72E-04	0,00E+00	8,72E-04
4D1		N2O	22.889,252	20.087,493	0,0	378,5	378,5	6,7	24,9	1,7	9,07E+00	0,00E+00	9,07E+00
4D2		N2O	1.821,126	1.475,463	0,0	30,0	30,0	0,0	0,1	0,1	5,28E-02	0,00E+00	5,28E-02
4D3		N2O	6.693,401	5.676,336	0,0	611,6	611,6	3,1	11,5	0,5	4,14E+00	0,00E+00	4,14E+00
4D4		CH4	-674,706	-633,381	0,0	50,0	50,0	0,0	0,1	-0,1	-3,78E-02	0,00E+00	3,78E-02
5A_si		CO2	-74.399,453	-79.398,640	0,0	75,0	75,0	5,3	19,7	-6,7	-7,11E+00	0,00E+00	7,11E+00
5B		CO2	28.174,008	32.613,882	0,0	70,4	70,4	2,0	7,6	2,8	2,74E+00	0,00E+00	2,74E+00
5C		CO2	13.057,039	14.102,583	0,0	75,0	75,0	0,9	3,5	1,2	1,26E+00	0,00E+00	1,26E+00
5D		CO2	2.230,171	2.823,090	0,0	75,0	75,0	0,2	0,7	0,2	2,53E-01	0,00E+00	2,53E-01
5E		CO2	1.965,571	11.881,374	0,0	75,0	75,0	0,8	2,9	1,0	1,06E+00	0,00E+00	1,06E+00
5F		CO2	23,166	485,687	0,0	75,0	75,0	0,0	0,1	0,0	4,35E-02	0,00E+00	4,35E-02
5G		CO2	643,110	718,192	0,0	67,4	67,4	0,0	0,2	0,1	5,78E-02	0,00E+00	5,78E-02
5B		N2O	56,498	662,185	0,0	64,1	64,1	0,0	0,1	0,1	5,07E-02	0,00E+00	5,07E-02
6A		CH4	35.910,000	8.211,000	0,0	12,5	12,5	0,1	0,3	0,7	1,22E-01	0,00E+00	1,22E-01
6B		CH4	2.226,214	107,755	0,0	45,3	45,3	0,0	0,0	0,0	5,82E-03	0,00E+00	5,82E-03
6B		N2O	2.223,526	2.339,032	0,0	75,0	75,0	0,2	0,6	0,2	2,09E-01	0,00E+00	2,09E-01
6D		CH4	49,778	542,119	1,4	42,1	42,1	0,0	0,1	0,0	2,72E-02	9,09E-04	2,73E-02
6D		N2O	13,983	318,775	0,9	48,3	48,3	0,0	0,1	0,0	1,84E-02	3,61E-04	1,84E-02
Total			**1.185.141,6**	**940.001,4**				**9,7**	**100,0**				**12,97**

Die Unsicherheitsbestimmung für die Quellgruppen erfolgte einerseits bereits sukzessive im Rahmen der Zuarbeit der datenliefernden Facheinheiten im UBA zur aktuellen Emissionsberichterstattung. Andererseits werden die leitfadengestützten Expertenschätzungen insbesondere in denjenigen Quellgruppen fortgesetzt, für die im Rahmen der Zuarbeit bisher keine oder nur unvollständige Angaben zu den Unsicherheiten gemacht worden sind.

Die Unsicherheiten in der Quellgruppe Landwirtschaft (CRF 4) werden von Experten im BMELV bzw. der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) abgeschätzt.

Die derzeitige Arbeitsplanung sieht die Erstellung einer Tier-2-Unsicherheitenanalyse alle drei Jahre vor. In den Zwischenjahren werden die Unsicherheiten gemäß dem Tier-1-Ansatz berichtet.

Die erste Tier-2-Unsicherheitenanalyse wurde im vergangenen Berichtsjahr durchgeführt.